
Эврика
И. Акимушкин
ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ


ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ
И

Игорь Акимушкин

Занимательная биология

Издание второе

Издательство ЦК ВЛКСМ
«Молодая гвардия». 1972

57
А39

Почему, питаясь одной и той же пищей, дыша одним и тем же воздухом, живя примерно в одних и тех же условиях, развиваются совершенно разные животные и растения?

Как из одной-единственной клетки возникает, например, человек?

Когда, где и как зародилась жизнь на Земле?

Как появился на Земле человек?

Над этими и многими другими подобными вопросами, конечно, не раз задумывался каждый.

Предлагаемая книга в занимательной форме не только по возможности ответит на все эти вопросы, но и расскажет о многих замечательных, а порой и неожиданных открытиях в биологии.

Увлекательное изложение, многочисленные рисунки и оригинальные фотографии, несомненно, помогут читать эту книгу.

Художники А. КОЛЛИ и И. ЧУРАКОВ

6—2
107—72

НЕБОЛЬШОЕ ВВЕДЕНИЕ

Пролог космической эры человечества начался в море: приблизительно три миллиарда лет назад на мелководьях древнего океана в теплой, хорошо прогретой солнцем воде. Здесь неживая материя перешагнула таинственный рубеж. Здесь зародилась жизнь.

Из аминокислот, растворенных в первобытном океане, сначала образовались белковые коацерваты, сгустки белка. Они и сделали первый шаг на пути жизненного прогресса — начали обмениваться веществами с окружающей средой. Разрываясь пополам, стали размножаться, постепенно приобрели и другие жизненно важные качества и превратились в миниатюрнейшие одноклеточные создания. Белковым «каплям» удалось сохранить в первородном хаосе свою индивидуальность потому, что приобрели они удивительное свойство — наследственность. Живая материя обрела истинное бессмертие. Отныне каждое существо, умирая, продолжало жить в своих потомках. Из миллионов индивидуальных вариантов выживали самые удачные, лучше приспособленные ко всему, что их окружало. Они сохраняли и дарили потомкам лучшие свои качества. А те, усовершенствовав их, передавали дальше, как эстафету, из поколения в поколение.

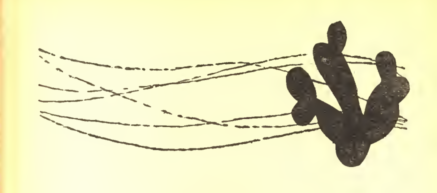
Очень рано некоторые из этих первых организмов приобрели зеленое чудо-вещество — хлорофилл, а с ним не только зеленый цвет, но и способность ловить энергию Солнца и творить с помощью фотонов сахар и другие вещества, необходимые для жизни. Так произошли растения. Начало было сделано.

Какие результаты были достигнуты на разных уровнях и этапах развития, рассказывается в этой книге, которая, разумеется, не может претендовать на полноту и всесторонность изложения. Проявления и структуры жизни поистине безграничны! На подробное описание глаза позвоночных животных, например, потребовалось (в одной монографии)... 800 страниц!

ГЛАВА I

Парад природы





СКОЛЬКО ВЕСИТ ЖИЗНЬ?

Вертящийся шарик, на котором мы живем, заключен в пять разносортных оболочек: сверху легкая, газовая — атмосфера, затем водная — гидросфера (моря, озера, реки, грунтовые воды и ледники), каменная — литосфера (почва, земная кора и горные породы до глубины в 1200 километров).

Пятая оболочка — биосфера. Под ней подразумевается все «живое вещество»— все животные и растения, населяющие землю.

Владения жизни не очень обширны (если сравнить их со всей массой Земли). В недра литосферы живые создания проникают, по-видимому, лишь до глубины 3 километров: здесь обнаружены поселения особых бактерий. Они жароустойчивы, способны переносить температуры до 100 градусов и анаэробны, то есть извлекают кислород не из воздуха или воды, а из различных окислов.

Гидросферу (моря, океаны и пресные воды) жизнь пронизывает сверху донизу, от поверхности и до самой океанской бездны, мрачной и холодной.

Еще недавно думали, будто глубины моря необигаемы. Сейчас говорят, что суша безжизненная пустыня в сравнении с морем.

В атмосфере верхняя граница биосферы с точностью не установлена. Протяженность ее зависит от двух глав-



ных лимитов: воды (без нее жизнь невозможна) и космического излучения, большие дозы которого все убивают. Предполагают, что даже наименее оптимальные условия, при которых может существовать жизнь, кончаются в так называемой озоносфере на высоте примерно 20—25 километров. Однако у низшего предела этого рубежа (в 20 километрах над Землей) еще парят в разреженном воздухе некоторые бактерии и споры грибов.

Чтобы ответить на вопрос, сколько же весит биосфера, иначе говоря, все живое вещество нашей планеты, нам придется немного поупражняться в арифметике.

Некоторые океанологи полагают, что все морские рыбы, киты, моллюски, губки — весь бентос, нектон и планктон, то есть все ползающие по дну, плавающие и парящие в волнах обитатели океана,— весят, должно быть, около 60 миллиардов тонн *. Биомасса (живой вес) обитателей суши равна, по-видимому, еще 10 миллиардам тонн.

* В последнее время некоторые специалисты считают эти цифры сильно завышенными. Возможно, что общий вес всего животного населения Мирового океана равен примерно 32,5 миллиарда тонн, а водорослей — 1,7 миллиарда тонн.

Значит, если положить на весы (мысленно, конечно) все животное население нашей планеты, то, чтобы уравновесить его, потребуется гиря в 70 миллиардов тонн. Надо полагать, что растений в море и на суше раз в 100—200 больше: около 10 триллионов тонн. (Цифры эти, конечно, лишь приблизительны. Они говорят только о примерном порядке величин, да и тот у разных авторов весьма неодинаков.)

Если живое вещество биосферы распределить равномерно по поверхности Земли, то на каждый квадратный метр ее площади придется около 18 килограммов растительной и 140 граммов животной массы.

«ОБРАЗЦЫ» ЖИЗНИ

Основная масса живого вещества нашей планеты сложена из 20—23 химических элементов. Главных из них шесть. Углерод, водород, кислород, азот, сера, фосфор. Затем калий, натрий, литий, кальций, магний, барий, железо, никель, медь, цинк, алюминий, кремний, хлор, йод, бор и фтор.

Комбинируя по-разному эти и некоторые другие элементарные «кирпичики», природа создала все разнообразие животного и растительного царства — полтора миллиона различных видов живых организмов. Около трети из них принадлежат к растительному царству, оставшийся миллион — животные * .

Познакомимся поближе с некоторыми наиболее типичными, так сказать, «образцами» живых созданий.

Все живые организмы, населяющие Землю, представляют собой либо растения, либо животных, либо и растения и животных одновременно, либо, наконец, ни растения, ни животных, а вирусы.

Растения отличаются от животных главным образом тем, что их ткани содержат особое чудо-вещество: хлорофилл. Оно зеленого цвета ** и способно, улавливая энер-

---

* По другим сведениям, число видов растений превышает 500 тысяч. Известно было в 1953 году 1 120 310 видов животных. Ежегодно зоологи открывают приблизительно 10 тысяч новых видов и подвидов животных, а ботаники — около 5 тысяч видов растений.

** Физики установили, что из всех лучей спектра наибольшую энергию несут красные лучи. А красный свет лучше всего поглощается телами зеленого цвета. Вот почему хлорофилл зеленый.

гию солнечных лучей, из неорганических веществ творить органические. Из шести молекул углекислого газа и шести молекул воды создают одну молекулу сахара (глюкозы) и шесть молекул кислорода. Процесс этот именуют фотосинтезом, то есть созиданием с помощью света.

Затем растения преобразуют сахар в разного рода органические кислоты, добавляют к ним азот и другие вещества, добытые из почвы, и создают в своих тканях белки и жиры.

Водоросли (их 18 тысяч видов) — самые примитивные и древние из растений. Они бывают одноклеточные, микроскопические, и многоклеточные, очень крупные, порой в десятки метров длиной. Все многоклеточные водоросли — растения талломические. Они сложены из одного нерасчлененного куска плоти — таллома, который, правда, нередко бывает причудливо рассечен, но никогда не развиваются на нем ни цветы, ни настоящие листья, ветви и корни. Размножаются водоросли спорами, то есть неоплодотворенными «семенами».

Из спор вырастают маленькие растеньица — детища «непорочного зачатия». Одни из них развивают яйцеклетки, другие — подвижные сперматозоиды, и те устремляются к яйцеклеткам. Вот слились они, и из оплодотворенной теперь яйцеклетки вырастает сама водоросль. Высшие же, цветковые, растения развиваются из семян, оплодотворенных еще в цветках.

В этом главное отличие семени от споры.

Грибы — особая, близкая к водорослям группа тоже талломических спороносных, но, увы, потерявших хлорофилл растений.

У мхов есть уже стебли и листья, а у папоротников корни, но нет ни цветков, ни семян. Мхи и папоротники размножаются тоже спорами.

Хвойные деревья представляют следующую ступень развития растительного царства: у них есть уже семена, но нет цветков и плодов. Поэтому и называют их голосемянными: ведь семена хвойных деревьев не покрыты мякотью и оболочками плодов.

И наконец, цветковые растения своими совершенными формами венчают растительное царство, как человек завершает развитие животного мира. Древнейшим из цветковых растений считается тополь: его ископаемые остатки найдены в Гренландии, в слоях земли, образовавшихся 100—130 миллионов лет назад. Некоторые ботаники

оспаривают, однако, право тополя называться патриархом всех цветоносов и отдают пальму первенства прекрасной магнолии.

У животных нет хлорофилла, и поэтому они питаются только теми органическими веществами, которые заготовляют растения. Кроме того, животные обычно бегают, прыгают, ползают, летают и плавают — одним словом, не сидят на месте, а передвигаются. Растения же неподвижны. Но признак этот не постоянен: есть ведь совершенно неподвижные животные, иные из них не могут даже шевелиться. Губки, например. А с другой стороны, некоторые низшие грибы и водоросли способны медленно скользить в воде или в соках собственного тела, которыми предварительно выстилают свой путь.

Говорят, что, создавая животный мир, природа проявила неумеренную страсть к разнообразию. Зоологи разделяют всех обитающих на Земле животных по меньшей мере на десять-двадцать разных типов.

У каждого типа свой план строения. Чтобы пояснить это, сравним, например, тип членистоногих (это раки, пауки и насекомые) с позвоночными: рыбы, лягушки, гады, птицы и звери.

И у тех, и у других есть голова, глаза и другие органы чувств, желудок, кишечник, нервная система, мускулатура, скелет. Но порядок, вернее — план, по которому перечисленные выше «детали» живой машины соединены в единый, так сказать, агрегат, у них разный. У позвоночных скелет — опора всех органов — спрятан под мускулатурой, а осевой ствол нервной системы тянется вдоль позвоночника по спинной стороне животного, поэтому и называют его спинным мозгом. А у членистоногих скелет прочным панцирем покрывает все тело. Мускулатура лежит под ним, прирастая к внутренней поверхности брони, а вдоль тела по брюшной его стороне тянется нервная цепочка — ее можно было бы назвать брюшным мозгом.

Животные, объединенные в тип моллюсков, то есть мягкотелых (улитки, осьминоги, каракатицы), обходятся вообще без скелета.

Но у моллюсков и членистоногих, у позвоночных и червей тело, как говорят, билатерально симметричное: через него можно провести только одну плоскость, рассекающую его на симметричные, во всем подобные половины, потому что у этих животных есть брюшная и спинная стороны тела, его задний и передний концы.

Однако первые свои опыты природа начала с создания жизни совсем по другому конструкторскому плану: первые ее дети обладали лучевой симметрией, и их дожившие до наших дней потомки иллюстрируют эту истину странными формами своего тела, у которого нет ни брюшной, ни спинной стороны. Есть только передний и задний концы. Поэтому «лучистых» животных нетрудно рассечь на пять, шесть, восемь или бесчисленное множество одинаковых кусков.

Это губки и кишечнополостные (медузы и кораллы).

Странное название «кишечнополостные» говорит о том, что эти невзрачные создания представляют собой, по сути дела, одну толстую кишку. На заднем конце кишка «запаяна» и прочно прикреплена к какому-нибудь предмету на дне моря. Другой конец кишки — беззубый рот животного — окружен щупальцами.

Все живое развивается из яйца — эту истину наука уже давно постигла. Яйцо делится и скоро превращается в шар, сложенный из груды клеток, его потомков. Затем одна сторона шара втягивается внутрь: получается полый двухстенный шаровидный мешок — гаструла.

Развиваясь из яйца, каждое животное: и червь, и птица, и лев — царь зверей, и даже человек — венец природы — какое-то время бывает гаструлой. Потом гаструла усложняется, образуются разные органы, и из гаструлы вырастает зародыш.

Но кишечнополостные, став гаструлой, нашли, очевидно, «мгновение прекрасным», остановили свой выбор на полом двухслойном мешке и в поисках новых жизненных форм дальше по тернистому пути эволюционного процесса не пошли.

Подобно бабочке, развивающейся из гусеницы, многие виды кишечнополостных существуют в двух чередующихся друг с другом поколениях — медузах и полипах.

У этих кишечнополостных из яйца рождается полип, похожий на стебелек со щупальцами. Стебелек почкуется, от него ответвляются новые полипы. Они почкуются, в свою очередь, и животное превращается вскоре в колонию полипов, похожую на ветвистое деревце. Сходство с растением довершают «корни» — стелющиеся по дну отростки, которыми вся компания прикрепляется к камням.

Пища, схваченная щупальцами одного полипа, идет на общий стол, так как их полости соединены каналами в одну пищеварительную систему.

В положенный природой срок на колонии набухают почки особого сорта. Это будущие медузы. Подрастая, они отрываются от дерева-животного и уплывают в море на поиски приключений. Тело медузы тоже, по сути дела, полый мешок, только сплющенный сверху вниз. Ее ткани налиты водой — оттого медуза такая прозрачная.

В ней развиваются яйца, и, плавая по волнам, медуза разносит их по всему океану. Вылупившиеся из яиц личинки опускаются на дно и превращаются в кустистых полипов, чтобы все начать сначала. (Подобный цикл жизни, однако, не у всех кишечнополостных.)

НА ГРАНИЦЕ ДВУХ МИРОВ

Зоологи и ботаники давно спорят о жгутиконосцах — растения они или животные?

Предмет их спора столь невелик, что простым глазом его не увидишь. Жгутиконосцы микроскопические существа — живые «шарики», «колбаски», «лодочки» с хвостиками. Хвостики тонкие, жгутовидные, они ударяют ими по воде и плывут. В каждой луже миллиарды жгутиконосцев. Под микроскопом видно, что они зеленые: полным-полно у них под прозрачной «кожицей» хлорофилловых зернышек. Значит, это растения?

Решить непросто.

Тысячи хвостатых «шариков», словно молекулы в тепловом движении, беспорядочно снуют в капле воды. Вот один наткнулся на бактерию. Втянул ее в миниатюрный «рот» и... проглотил. У растений нет ртов. И глаз тоже нет. А у жгутиконосцев есть «карие» глазки. Обычно это просто бурое или красноватое пятнышко, воспринимающее свет. Но иногда оно углублено в виде чаши, в которой лежит линзовидный комочек крахмала. Он прозрачный — это хрусталик первородного глаза.

Так это животное?

Все зависит от погоды: в солнечный день, когда много света, жгутиконосцы скорее растения. Занимаются фотосинтезом: из углекислого газа и воды изготовляют сахар. Им и питаются. В пасмурную погоду, когда света мало, некоторые из них переходят на другую диету: ловят бактерий и мелкие водоросли.

Поэтому и нелегко биологам решить, с кем же они, наконец, имеют дело. Зоологи считают, что жгутиконос-

цы — простейшие животные *. А ботаники числят их в разряде низших водорослей.

Вирусы — полная противоположность жгутиконосцам: они не принадлежат, по-видимому, ни к растительному, ни к животному царству, а стоят на рубеже двух миров, но рубеж этот особенный: разделяет природу живую и неживую.

Вирусы были открыты 28 лет назад нашим соотечественником Дмитрием Ивановским. Он исследовал причины заболевания табака. Это была страшная болезнь: листья растения покрывались мозаикой из темных и светлых пятен, скручивались и поникали, словно загнивали на корню. Ученый решил процедить сок больного растения через самый надежный бактериальный фильтр, такой фильтр, который не пропускает микробов **. Затем отфильтрованным соком Ивановский смазал здоровое растение. Вскоре ткань на его листьях тоже стала отмирать. Значит, сок был заражен какими-то возбудителями, настолько мелкими, что они прошли даже через фарфоровый фильтр, задерживающий всех бактерий. Возбудителей назвали фильтрующимися вирусами (вирус — по-латыни значит яд).

Опасные болезни растений, животных и человека вызывают «живые яды»: оспу, бешенство, корь, полиомиелит, грипп и, возможно, рак. Изучено уже много разновидностей вирусов. А в 1935 году американский биохимик Стенли открыл самое поразительное их свойство. Как и Ивановский, он экспериментировал с вирусами табачной мозаики. Выделил их из табачного сока, изолировал от привычной среды, и вирусы вдруг потеряли все свои жизненные свойства. Превратились в... кристаллы. Обычные вроде бы кристаллы, как у соли или сахара. Вирус, писал Стенли, стал «мертвым, как камень». Кристаллический вирус не размножается. Но стоит вновь ввести кристаллы, казалось бы, безжизненного вещества в ткани зеленого табака, как они тут же «оживают», быстро размножаются и заражают все растение.

Размножаются вирусы совсем по-особенному, как

* Простейших животиых тоже объедиияет общий плаи строеиия: тело их состоит всего из одной клетки. Это инфузории, амебы, корненожки, раковинки которых после того, как оии умерли, слежались на дие морей и образовали мел и известияки.

** Теперь мы зиаем, что и иекоторые очеиь мелкие бактерии проходят через такие фильтры.

никто больше в природе. Они не делятся, не почкуются и не прибегают к помощи половых клеток. Нет, они действуют по методу кукушки: проникнув в живой организм, «заставляют» его строить из запасенных для собственных нужд питательных веществ... новых вирусов. Размножающийся вирус лишь дает указания «терроризированной» им клетке, по какому плану изготавливать его детей, и следит, чтобы работа велась по нужному ему образцу. Образец — те несколько генов, из которых, по существу, и состоит вирус. Они построены из нуклеиновых кислот и содержат зашифрованный код его наследственности.

Нуклеиновое «тельце» вируса спрятано, словно грифель в карандаше, в белковой муфте. Это его броня. Но когда вирус проникает в живую клетку, он оставляет белковые доспехи у ее порога, снаружи, вне клетки, хотя некоторую часть белка, по-видимому, забирает с собой.

Клетка, израсходовав все жизнетворные соки на воспроизведение чужих детищ, конечно, гибнет, перегруженная паразитами, которых сама произвела на свет.

Поскольку вирусы не могут размножаться без помощи других организмов и вообще теряют всякие жизненные свойства, если изгнать их из этих организмов, некоторые ученые не считают вирусы живыми существами. Это группы генов, говорят они, заключенные в защитную белковую оболочку.

Мельче вирусов нет существ на нашей планете. В обычный оптический микроскоп, даже с очень большим увеличением, их не увидишь. Наблюдать за вирусами можно только с помощью электронного микроскопа. В нем стеклянные линзы заменены электромагнитными, а световой луч — потоком электронов. Электронный микроскоп дает увеличение в 300 тысяч раз!

Самые маленькие вирусы — размером не более 18—20 миллимикрон.

Крупные двухсотмиллимикронные вирусы возбудители оспы, кроме белка и нуклеиновых кислот, содержат в своем шаровидном тельце немного жиров и углеводов *.

В последние десятилетия микробиологи открыли немало и других ультрамикроскопических созданий. Они близки к вирусам по размерам или образу жизни, но отличаются от них некоторыми свойствами. Например, рик-

---

* Все вирусы, паразитирующие на животных, похожи на шарики, кроме палочковидного возбудителя полиомиелита.



кетсии, возбудители сыпного тифа, или наши друзья бактериофаги — пожиратели бактерий. Вирусы «вирусов»! Так называемые PPLO- и L-формы — по-видимому, осколки бактерий с разрушенной клеточной оболочкой. Наука лишь приоткрыла дверь в этот полный неведомых тайн микромир, раскинувший свои владения у самых истоков жизни.

ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫЙ КВАНТ ЖИЗНИ

Мельчайшие из существ, которые можно увидеть в оптический микроскоп (кроме некоторых риккетсий), — это бактерии *. Но и они еще очень малы: тысячи микробов могут комфортабельно разместиться на острие иголки. Когда б бактерии размером были с карандаш, человеку (если в том же масштабе увеличим и его рост) буквально море было бы по колено. Без труда он шагал бы через горы, так как сам был бы вчетверо больше Эвереста.

У бактерий дурная слава. Всем известно, что они вызывают у нас опасные болезни: туберкулез, брюшной тиф, дизентерию, холеру, проказу. Но многие ли знают, что есть и полезные бактерии? Мало даже сказать полезные — просто необходимые нам! Жизнь на Земле была бы невозможна без бактерий.

Бактерии насыщают почву азотом, повышая ее плодородие, помогают людям заквашивать огурцы, капусту и силос для скота, приготавливать сыры **, простоквашу, уксус и льняные ткани. Поселяясь в кишках, они переваривают за нас неудобоваримую пищу. Они же освещают мрачную бездну моря призрачным сиянием живых огней, преобразуя в свет особые вещества, которые находят в «карманных фонариках» каракатиц и глубоководных рыб.

Форма тела у бактерий трех типов: круглая, спиральная и палочковидная.

Круглых бактерий называют кокками: монококками, когда это одиночные шарики; диплококками, когда они двойные; тетракокками, когда соединены вместе четыре шарика; сарцинами, если шариков восемь или больше; стрептококками, когда круглые бактерии образуют цепочку, словно нанизанные на нитку бусинки, и ста-

---

* Некоторые ученые считают, что бактерии — низшие существа, из которых произошли все высшие животные и растения. Но наиболее вероятно, полагают другие, что это разнородные группы организмов, не связанные между собой родством. Одни из них близки к зеленым растениям, другие — к грибам, третьи — к жгутиковым, четвертые, наконец, ни на кого не похожи.

** Насколько деятельное участие принимают бактерии в сыроварении, показывает следующий факт: в 1 грамме только что приготовленного сыра можно насчитать до 33 миллионов, а в сырной корочке — даже 150 миллиардов бактерий.

филококками, если они громоздятся беспорядочной кучей.

Спиральные бактерии — это вибрионы (тело их лишь слегка изогнуто), спириллы закручены в один или несколько витков, а спирохеты — в тонкие и мелкоизвитые спирали.

Бактерии-палочки образуют две группы: обычных бактерий и бацилл. У первых не бывает спор. Вторые, когда внешние условия неблагоприятны, отделяют внутри своего тела от наполняющей клетку протоплазмы маленький, овальный и блестящий комочек живого белка — спору. (После этого бацилла распадается.) Спора окружена плотной оболочкой, максимально обезвожена и может без вреда для заключенной в ней искорки жизни переносить сокрушительные удары враждебных стихий. Например, давление в 20 тысяч атмосфер! * Или космический холод в —253 градуса! Нагревание до 90, а некоторые споры — и до 140 градусов!

Годами лежит в летаргическом покое этот законсервированный квант жизни, чтобы когда-нибудь потом, попав в условия более благоприятные, пробудиться. Плодиться, плодиться без счета, без меры — единственная забота вновь возрожденной бациллы.

И хотя размножается она самым примитивным образом — разрывается пополам,— число ее потомков вскоре достигает астрономической величины. Ведь каждая половинка уже через 20—30 минут снова делится надвое, и так без конца. Через час из одной бактерии образуется четыре. К концу второго часа их будет уже 16, к концу третьего — 64. Дальше число их, увеличиваясь в геометрической прогрессии, быстро достигает цифр, которыми помечены столбовые вехи в космосе. Через 15 часов бактерий будет уже около 1 000 000 000, а еще через сутки с небольшим — 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000.

Конечно, производя эти вычисления, мы предполагали, что ни одна из новорожденных бактерий не умирает, по крайней мере, в течение двух первых суток. Но, к счастью, этого никогда не случается: большинство из них погибает. Да и темп деления мы выбрали оптимальный, далеко не все бактерии размножаются так быстро. Туберкулезные бактерии, например, делятся лишь раз в полтора дня.

* Бактерии переносят давления до 6 тысяч атмосфер.

ПРОДУЦЕНТЫ, КОНСУМЕНТЫ, РЕДУЦЕНТЫ

Бактерии добывают пищу разными способами. Среди них немало паразитов: они разрушают ткани животных и растений — это возбудители всякого рода заболеваний. Есть и бактерии-автотрофы, то есть сами себя питающие. Эти из неорганических веществ (аммиака, например, углекислого газа и различных солей) создают органические (белки, крахмал) и строят из них свое тело. Энергию, необходимую для преобразований простых веществ в сложные, они извлекают из солнечных лучей. Хемотрофные бактерии питаются тоже углекислым газом и аммиаком, но энергию для изготовления белка добывают, окисляя железо, марганец либо молибден, серу и кремний («грызут», так сказать, камень и металл!).

Много среди бактерий сапробов, которые вызывают гниение белков и других органических веществ, разлагают их на более простые составные части — снова на углекислый газ, например, и аммиак.

Эти бактерии очень полезны. Горы мертвых тел лежали бы повсюду, если бы не бактерии *. Они освобождают планету от растений и животных, в которых уже угасла жизнь. Сгнивая (с помощью бактерий), прах трупов возвращается на землю, из которой еще недавно извлекли его в виде почвенных солей корни растений, превратили, добавив еще кое-что, в сахар, клетчатку, белок и жир и отложили в своих листьях, стеблях и семенах. Затем эти готовые уже пищевые концентраты попали в желудок коровы, козы или другого травоядного зверя либо насекомого и птицы. Желудок переварил растительные ткани, кишки их всосали, кровь разнесла по всем клеточкам тела, и там из продуктов, заготовленных растениями, выросли новые ткани животного. А когда животное умерло, гнилостные бактерии снова вернули матери-Земле вещества его тела: цикл замкнулся. Этот великий круговорот веществ — основа жизни на Земле, ее, так сказать, энергетическая база. Все организмы, живя, питаясь и умирая, приводят в

* Подсчитали, что, если кости зверей, обитавших на Земле в ледниковый период и позже, не сгнили бы, они покрыли бы сушу сплошным слоем толщиной в полтора-два метра.

движение гигантский «маховик» круговорота жизни и смерти.

У «колеса» — три фазы вращения. В каждой из них роль главного двигателя выполняет особая группа живых созданий. В первой — продуценты, во второй — консументы, в третьей — редуценты. В первой фазе создается органическое вещество из воздуха и солей земли, во второй оно преобразуется в новые формы, в третьей вновь возвращается в землю и воздух, распадаясь на несложные части.

Продуценты — у нас растения, только они наделены волшебным хлорофиллом, способным консервировать солнечную энергию в белках, сахарах и жирах, создавая их при блеске Солнца из воды и углекислого газа. Сахар растения растворяют в своих соках, а кислород выделяют в атмосферу (если растение сухопутное) или в воду (если оно водяное). Эти интимнейшие процессы созидания протекают в крупинках хлорофилла, наполняющих все зеленые ткани растений. Энергию, необходимую для синтеза, хлорофилл улавливает из световых лучей, главный поставщик которых на Земле — Солнце.

Поэтому все органические вещества, изготовленные растениями, Климент Аркадьевич Тимирязев называл концентратами солнечной энергии, или, попросту говоря, солнечными консервами.

Затем растения преобразуют сахар в разного рода органические кислоты, добавляют к ним азот и другие вещества, добытые из почвы, и создают в своих тканях белки и жиры.

Животные питаются уже готовыми продуктами, синтезированными растениями. Их, животных, называют поэтому консументами — пожирателями.

Животные, кстати сказать, и дышат кислородом, который выделяют при фотосинтезе растения. Когда-то, на заре жизни, до того как разрослись на Земле леса, в атмосфере почти не было кислорода, и на планете, надо полагать, тогда очень трудно дышалось. Это растения напустили под голубой купол животворный газ. Они и сейчас продолжают пополнять его запасы в небесах. Ночью (в темноте) хлорофилл не работает, и поэтому ночью кислорода в воздухе меньше, а углекислого газа больше, чем днем.

Животные тоже не остаются в долгу перед зелеными кормильцами: когда дышат, выделяют в воздух и в воду

(если живут в ней) много углекислого газа — растения, как известно, им питаются. А после смерти своей консументы оставляют продуцентам бесценное наследство — полные питательных веществ трупы.

Тут за них принимаются редуценты — бактерии: разлагают на составные части, которые затем легко усваивают из земли, воды и воздуха растения, вновь создавая из них сложные органические продукты. «Колесо жизни» совершило полный оборот.

«Весь порядок природы, — говорит известный ботаник Фердинанд Кон, — построен на том, что... одни и те же частицы материи переходят из мертвого в живое тело в вечном круговороте».

Однако переход этот совершается не без потерь: некоторую часть веществ, заключенных в живых существах, бактерии бессильны разложить и вернуть на орбиту круговорота. Она, эта часть, выбывает из него навсегда (или на время). Выбывшие из биологического цикла вещества образуют в земле и на дне морей большие залежи — целые горы осадочных пород. Пустыня Сахара, например, раскинула свои пески над одним из таких древних кладбищ: она покоится на массиве известняков, целиком сложенном из невидимых (простым глазом) раковинок микроскопических животных — корненожек.

А мраморы, графиты, каменные угли разных сортов, некоторые железные и марганцевые руды, торф и, повидимому, нефть — это ведь тоже наследие угасшей жизни, «шлак» обмена веществ или бренные останки когда-то процветавших растений и животных.

Считают, что одного лишь углерода органического происхождения на Земле накопилось уже 10 или 20 квадрильонов — 10—20 000 000 000 000 000 тонн! Прежде он, соединившись с кислородом в углекислый газ, парил в небесах, затем растения «съели» его, отложив в своих тканях в составе различных белков, углеводов и жиров. Потом животные съели растения. Бактерии разложили трупы тех и других снова на углекислый газ и другие простые вещества, и углерод в союзе с кислородом вновь вернулся в небеса. Но небольшая его часть осталась лежать в земле мертвым грузом.

«Небольшая» — 10—20 квадрильонов тонн! Внушительные ряды нулей в этой цифре весьма убедительно демонстрируют значение жизнедеятельных процессов во



всех преобразованиях, совершающихся ныне на Земле. Живое вещество биосферы тончайшей пленкой покрывает нашу планету: толщина этой пленки, если равномерно распределить ее по поверхности земного шара, во всяком случае, не больше 2 сантиметров, а весит живое вещество почти в 600 миллионов раз меньше всей планеты. Но эта «пленочка» очень активна и на свой лад меняет лик Земли.

Сколь значительным бывает порой влияние биосферы на формирование облика планеты, показывает пример с кислородом. Ведь до возникновения жизни на Земле в атмосфере у нас кислорода не было (или было очень мало и лишь в самых верхних слоях). Когда зарождалась Земля, кружась пылевым вихрем вокруг Солнца, ее атмосферу наполняли главным образом два газа — водород и гелий.

Когда же она слиплась наконец в плотный шар, растеряв большую часть своего первородного водорода и гелия, в атмосфере Земли было много углекислого газа, азота, метана и аммиака. Кислорода еще не было.

И лишь когда растения одели планету в зеленый убор, кислород стал постепенно накапливаться под голубым куполом небес. Сейчас состав атмосферы уже совсем иной: азота в ней 78 процентов, кислорода — 21, углекислого газа — 0,03, водорода — 0,00005, а гелия — 0,00052 процента.

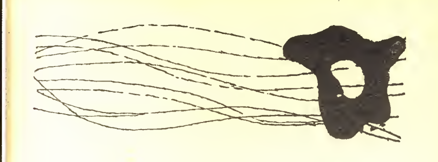
Полагают, что благодаря жизнедеятельности растений в атмосферу выделилось не меньше 26—52 квадрильонов тонн кислорода — в несколько десятков раз больше, чем содержится там его сейчас.

И в наши дни работа продолжается. Продуценты, консументы и редуценты новых поколений созидают залежи полезных ископаемых для горняков будущих эр.

Плоды их трудов малозаметны лишь потому, что жизнь человеческая коротка, и мы не успеваем за выделенный нам природой срок охватить глазом все перспективы грандиозных перемен, совершающихся каждое тысячелетие на Земле. Деятельность живых организмов сказывается везде и в масштабах планетарного порядка. Искорка жизни, три миллиарда лет назад слабо тлевшая на мелководьях древних морей, ныне охватила бушующим пламенем всю планету и меняет в круговороте своих страстей, энергии и масс ее черты.

ГЛАВА II

Микромеханика жизни



«АТОМ ЖИЗНИ» — КЛЕТКА

В многообразии природы и его диалектическая противоположность — единство. Единство жизни. Все мы: и рыбы, и птицы, и люди, и черви, и насекомые, и даже мхи и деревья — дети одной матери природы. Кардинальная формула демократов «все произошли от всех» находит здесь свое полное выражение.

Нигде с такой ясностью не обнаруживается единство жизни, как в микроскопических структурах, которые находим мы в живых клетках. Ведь все живое на Земле: и цветок, и кит, и соловей, и человек, быстро шагающий по планете, — сложено из клеток, как дом из кирпичей.

В каждой клетке каждого растения и животного есть протоплазма и ядро, рибосомы и хромосомы и многие другие удивительные микроорганы и органеллы. В ядрах клеток, в хромосомных нитях, словно печенье в пачках, плотно упакованы гены — небольшие группы атомов, которые управляют развитием из семени или яйца всего живого на Земле. План строения организма, цвет каждого его волоска и чешуйки, форма каждого лепестка и каждое инстинктивное движение психики закодированы тайнописью химических радикалов в молекулах, несущих наследственную информацию.

И весь этот план в четырех измерениях запрограммирован в запоминающем, так сказать, устройстве всего лишь одной клетки — оплодотворенного яйца.

Чтобы уместиться в микроскопической частичке живого вещества, гены, носители наследственной информации, должны быть максимально малы. Но в то же время и достаточно велики: иначе они не смогут противостоять тепловым ударам атомов, потеряют свою удивительную стабильность, и здание жизни, скрепленное, как цементом, наследственностью, рассыплется.

Мы стоим перед чудом: вы видели только что, как многообразна природа, как трудно описать даже и многими словами лишь основные типы живых конструкций. Но у каждого типа сотни тысяч более частных вариантов — видов и разновидностей. И этих разновидностей больше миллиона!

А ведь все качественные и количественные характеристики этих вариантов, то есть все свойства видов, больше того — каждого индивидуума каждого вида, закреплены в наследственности и стойко передаются из поколения в поколение.

Мы знаем также, что частичка живого вещества, несущая в себе сверхогромную наследственную информацию и условно именуемая геном, сложена всего лишь из нескольких десятков тысяч атомов! В человеке во всех клеточках его тела генов не больше, чем молекул в кубическом дюйме воздуха!

В неживом веществе поведение любой группы атомов беспорядочно и случайно и только в массе подчиняется статистическим законам. А тут перед нами очень небольшое с точки зрения статистики число атомов.

И в то же время их ассоциация в высшей степени упорядочена и стабильна Наследственную информацию, записанную языком химии в структурах нуклеиновых кислот, они проносят через тысячелетия. Это и удивительно.

«КОЖА» КЛЕТКИ

Итак, все живое на Земле, и растения и животные, сложено из клеток, как молекулы из атомов. Мало кого в наши дни это утверждение удивит, мало для кого оно будет новым. Но открытие этой, теперь можно сказать,

прописной истины сделано сравнительно недавно и совершенно случайно.

Имя человека, который первым из людей увидел клетку, — Роберт Гук. Он был ассистентом известного физика Бойля. Случилось это в Англии в 1665 году. В то время, как известно, натуралисты и ненатуралисты, которые могли позволить себе подобное развлечение, увлекались лупами и микроскопами. Покупали или делали их сами и смотрели в увеличительные стекла на все, что попадалось под руку.

Роберт Гук сделал микроскоп сам. И рассматривал в него разные вещи, которые открывали перед ним свои невидимые для невооруженного глаза свойства. Позднее он рассказал об этом в книге «Микрография».

Однажды ему попалась в руки пробка. Гук нарезал ее на тонкие ломтики и положил под объектив. И увидел... стройные ряды ячеек, или клеток, как назвал их он. Роберт Гук, как смог, зарисовал клетки пробкового дуба. Но открытие Гука и его рисунки не произвели большого впечатления на современников.

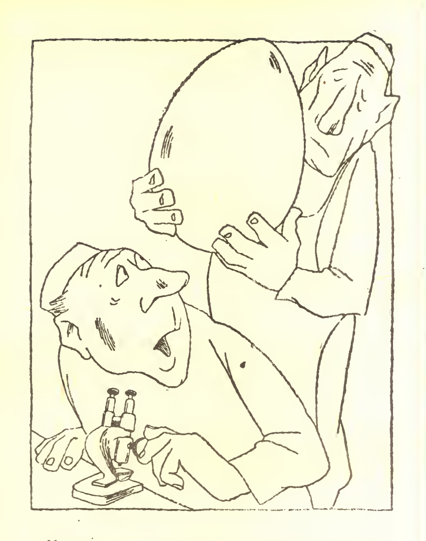
Прошло почти 175 лет, и только в 1839 году была создана, так сказать, общая теория клеточного строения. Ботаник Маттиас Шлейден и зоолог Теодор Шванн независимо друг от друга доказали, что из клеток сложена не только кора пробкового дуба, но и все вообще растительные и животные ткани, все живое на нашей планете.

Размеры клеток обычно очень малы. В капле нашей крови плавает около 5 миллионов красных кровяных шариков, каждый из которых клетка. В длину они около 7—8 микрон. А микрон — тысячная часть миллиметра.

Бактерии, каждая из которых тоже клетка, еще меньше: в капле воды 40 миллионов бактерий живут так же просторно, как рыбы в пруду.

Но бывают клетки и очень большие. Например, куриное яйцо, вернее — его желток. Это тоже клетка. А яйцо страуса? Или эпиорниса, вымершей гигантской птицы Мадагаскара? Его скорлупа вмещала ведро воды.

Клетки растений и животных в общем похожи. Разница только в том, что у растений оболочки клеток сложены из клетчатки — высокомолекулярного сахара. А у животных в основном из липидов — жироподобных веществ.



Молекулы липидов лежат, по-видимому, двумя слоями. Параллельно друг другу, но перпендикулярно плоскости мембраны, клеточной оболочки. Снаружи и изнутри липидная основа покрыта белком, образующим прочные и эластичные сплетения.

Помимо своего чисто механического назначения, клеточная оболочка играет роль очень важного в жизни клетки селективного органа. Она должна пропускать

внутрь клетки (и из нее) одни вещества и не пропускать другие.

Какие силы обеспечивают проникновение избранных молекул в клетку?

Прежде всего, конечно, силы диффузии. Живые клетки почти всегда находятся в жидкой среде: в водном растворе разной концентрации и состава. Либо это морская или пресная вода, либо тканевый сок растения или межклеточная жидкость животного. Частицы веществ, растворенных в воде, под действием тепловой энергии стремятся равномерно распределиться в пространстве. Это известно из физики. В соответствии с тем же физическим законом вещества, растворенные в среде, окружающей клетку, проникают через ее оболочку. Если их концентрация внутри клетки мала, а в среде велика, они идут внутрь клетки. Если наоборот — пробираются наружу.

Для некоторых веществ клеточная мембрана может быть непроницаемой. Тогда, если их концентрация в клетке выше, чем вне ее, в клетку начнет проникать вода. Клетка разбухнет. Но вода может и уйти из клетки, когда концентрация веществ, которые ее оболочка не пропускает, в окружающей среде выше. Диффузия растворителя через полупроницаемую мембрану называется осмосом. Диализ — это диффузия молекул растворенного вещества через ту же мембрану.

Обе эти формы диффузии — и осмос и диализ — физическая основа, от которой зависит жизнь клетки.

Вторая сила, помогающая переносу веществ через клеточные барьеры, — электрическая. Многие растворенные вещества диссоциированы на ионы. А клеточные мембраны обычно сохраняют разность потенциалов на своих внутренних и наружных поверхностях. Разность потенциалов побуждает соответствующие ионы мигрировать внутрь клетки.

Наконец, третья сила, принимающая участие в пассивном переносе веществ через мембрану, — это так называемое втягивание. В том случае, когда мембрана пористая, раствор может протекать через нее по порам, как по капиллярам.

Однако этими тремя методами пассивного проникновения поступление веществ в клетку не ограничивается. Цитологи часто наблюдали, как некоторые вещества устремлялись в клетку, так сказать, против воли сти-

хий, описанных выше. Они направлялись в сторону не понижения, а повышения градиентов сил, обеспечивающих пассивный перенос. Значит, при этом совершалась физическая работа. Энергию для нее поставляет клетка.

Примером веществ, концентрация которых в клетке противоречит законам пассивного переноса, могут служить калий и натрий. Во многих клетках калия значительно больше, а натрия меньше, чем в окружающей среде. В эритроцитах калия в двадцать раз больше, а натрия — в двадцать раз меньше, чем в плазме крови. Предоставленные самим себе, и калий и натрий распределились бы равномерно и в плазме и в эритроцитах. А раз этого не происходит, значит, в кровяных клетках действует какой-то механизм, который постоянно «накачивает» в клетку ионы калия и «выкачивает» из нее ионы натрия.

Этот механизм до конца еще не изучен. Для его объяснения предложен целый ряд гипотез. Одна из них, получившая название модели Шоу, представляет дело так.

Гипотетические молекулы-переносчики на наружной поверхности мембраны соединяются с ионами калия. При этом они теряют часть энергии, но приобретают способность диффундировать со своим грузом через оболочку внутрь клетки. Здесь, на внутренней ее поверхности, молекула-переносчик отдает в цитоплазму калий и получает от нее энергию. Под действием полученной энергии превращается тут же в переносчика натрия. Соединившись с ним, снова устремляется к наружной поверхности клеточной мембраны. Там отдает натрий и энергию и, снова превратившись в переносчика калия, вместе с ним перебирается на внутреннюю поверхность мембраны. А там опять подхватывает калий, чтобы устремиться с ним внутрь клетки.

Есть еще одна очень интересная форма активной охоты клетки за нужными ей веществами. Это пиноцитоз — питье, или, вернее, заглатывание клеткой окружающей ее жидкости.

Происходит это так. На поверхности клеточной мембраны образуется углубление, которое замыкается в пузырек, или вакуоль. Та отрывается от оболочки и мигрирует внутрь клетки. Впечатление такое, будто клетка действительно пьет раствор, который ее окружает.

Пиноцитозу предшествует адсорбция молекул поглощаемого растворенного вещества на поверхности мем-

браны. Когда его концентрация здесь достигнет определенной нормы, оболочка начинает втягиваться внутрь, образуя пиноцитозную вакуоль.

Некоторые амебы за полчаса успевают «испить» из воды, в которой живут, столько растворенного белка, что весь его вес составляет четверть веса амебы до пиноцитозной трапезы.

«ТЕЛО» КЛЕТКИ

Форма у клеток разная, но внутренняя анатомия у всех одинаковая. Почти вся полость клетки внутри оболочки заполнена протоплазмой. Она похожа на белок куриного яйца.

Шлейден, доказав, что все растения сложены из клеток, назвал их микроскопическими пузырьками с «растительной слизью». Чуть позже ботаник Моль дал этой первородной слизи имя протоплазмы.

Протоплазма — тело клетки, и тело не простое, а очень сложно устроенное. До сих пор его структура до конца не понята. Разные участки протоплазмы имеют консистенцию и простого раствора, и коллоидного студня.

Каких же веществ это растворы?

Прежде всего белков — их в протоплазме 10—20 процентов, жиров 2—3 процента. А сахара — лишь сотая часть. И столько же нуклеиновых кислот и других веществ. Ну а остальные 76—86 процентов принадлежат, конечно, воде. На одну молекулу белков в протоплазме приходится 18 тысяч молекул воды. Почему так много воды — вполне понятно. Ведь все реакции в клетке протекают в водных растворах. Вода, можно сказать, основной носитель жизни.

Старые ученые с препаратами в руках доказывали, что структура протоплазмы ячеистая, другие говорили — зернистая, третьи — фибриллярная, то есть нитчатая. Все они были правы, и все ошибались.

Протоплазма — очень подвижная система. И в переносном и в буквальном смысле. В зависимости от функционального состояния, возраста, внешних воздействий клетка выглядит по-разному. Кроме того, протоплазма всегда в движении, в движении механическом. Она течет

в пространстве, замкнутом оболочкой, увлекая с собой в вечной карусели все мелкие органы клеточного тела.

Почти во всех живых клетках в центре протоплазмы лежит более плотное, круглое, овальное, четковидное, подковообразное либо иной формы тельце. Это и есть знаменитое ядро клетки, о котором мы уже не раз упоминали и значение которого столь велико во всех явлениях жизни. В нем, в особых тельцах, называемых хромосомами, скрыты вещества, которые управляют развитием организма.

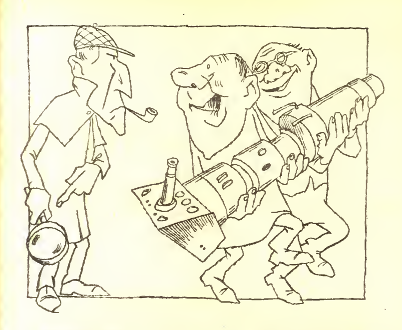
В клетках животных и некоторых низших растений еще в прошлом веке были открыты центриоли, едва заметные блестящие тельца, и так называемый аппарат Гольджи. Его нашли только у животных. Назначение этого странного органа еще толком неясно.

Итак, протоплазма, ядро, оболочка, центриоли и аппарат Гольджи — вот основные микрочастицы, которые удалось обнаружить в обычный оптический микроскоп в атоме жизни — живой клетке.

Лучшие оптические микроскопы дают увеличение в 2 тысячи раз. Большего требовать и нельзя, потому что, сколько бы их ни усовершенствовали, частицы меньше двух десятых микрона останутся невидимыми. Все дело в природе света, который мы пропускаем через оптические системы микроскопа. Физики доказали, что при любой конструкции увеличительного прибора в лучах видимого света можно разглядеть предметы или их детали не более крупные, чем треть длины световой волны. То есть примерно около двух десятых микрона.

В 1932 году немцы Кнолл и Руска изобрели электронный микроскоп. В нем вместо стеклянных линз — электромагнитные, а вместо света течет поток электронов. Предметы, которые хотят увидеть, рассматривают на экране, похожем на экран телевизора. Длина волны движущихся в вакууме электронов в 100 тысяч раз короче световой. Поэтому электронный микроскоп дает полезное увеличение в 300 тысяч раз.

И вот, вооружившись электронным микроскопом, биологи стали искать и нашли в клетке еще несколько важных ее органов, или, как говорят, органелл, которые прежде были заметны лишь в виде точек либо совсем не видны. Теперь же не только сами сверхмалые частицы жизни, но и внутренняя их структура стали доступны наблюдению.



Митохондриями иазвали эти поперечнополосатые тельца. Они есть во всех клетках. И ие в малом числе: обычно их около тысячи или иесколько тысяч. Роль митохондриев очень ответственна. Оии «эиергетические стаиции» жизни. Без них клетка мертва и бездеятельна, как машииа без горючего. Митохондрии преобразуют энергию химических связей в энергию жизии. Без шума, без перегрева и без давлеиия сжигают митохондрии топливо жизии и в удобиых «расфасовках» передают заключеииую в нем энергию другим органеллам клетки. И те оживают, получив горючее.

В энергетических устаиовках, созданных человеком, все ие так: там грохот машин, жар печей, громады труб.

«Пламя», которое пылает в митохондриях, не жжет. Работают оии бесшумио и очень продуктивно: более 50 процентов эиергии окисленного топлива идет на полезные дела, совершающиеся в клетке. В технике иет ни одной машины, которая работала бы с такой отдачей, с таким высоким коэффициеитом полезиого действия. Обычио лишь одну треть тепловой эиергии горючего удается людям превратить в своих машииах в полезную работу.

КАК РАСТЕНИЯ «ЕДЯТ» СВЕТ

Растения, счастливые обладатели хлорофилла, в буквальном смысле слова питаются солнечным светом и воздухом. Вернее, углекислым газом, извлеченным из воздуха.

Из шести молекул углекислого газа и шести молекул воды создают растения одну молекулу глюкозы. Глюкоза соединяется с глюкозой. Шесть тысяч молекул образуют одну полимерную молекулу крахмала. Зерна крахмала, запасенные растениями в своих тканях, главным образом в клубнях и семенах, и есть необходимые для всего живого на Земле «солнечные консервы». В них в виде химических связей молекул глюкозы поймана и аккумулирована энергия Солнца. Каждый год зеленые одеяния наших материков улавливают и консервируют столько энергии Солнца, сколько могут дать 200 тысяч мощных электростанций, таких, как Куйбышевская ГЭС. Два квадрильона киловатт-часов!

Эта энергия питает все живые клетки, все живые организмы от вируса до человека (кроме некоторых хемотрофных бактерий, которые живут за счет химической энергии неорганических веществ). Это, если можно так сказать, валовая энергия жизни, потому что ее с избытком хватает не только для существования самих растений, но и всех животных, которые, не имея хлорофилла, вынуждены для поддержания жизни заимствовать энергетические ресурсы у растений. А те берут их у Солнца. Значит, все мы, живые существа, в конечном счете «едим» солнечный свет.

Что такое свет — первоисточник энергии, питающей жизнь? Шутники говорят, что свет самое темное место в физике.

Действительно, много в его природе удивительного и непонятного. Однако физики неплохо в нем разобрались. Свет, говорят они, — это поток мельчайших из микрочастиц, из которых в конечном итоге сложены все атомы, весь мир. Фотон — имя этой частицы. Называют его и квантом света. Частица без заряда, без массы покоя — сплошной сгусток энергии в минимальной расфасовке.

Когда свет падает сквозь полупрозрачную кожицу листьев на хлорофилловые зерна, фотоны поглощаются

молекулами хлорофилла, электроны этих молекул получают от фотонов дополнительную порцию энергии и переходят, как говорят физики, на более высокий энергетический уровень. Состояние это для них необычное, вернее сказать, неустойчивое, и электроны стремятся вернуться в более устойчивую энергетическую фазу, отдав кому-нибудь избыток полученной от света энергии.

Поэтому выделенный из клетки хлорофилл тут же испускает фотоны обратно — светится, как светятся все фосфоресцирующие вещества, в которых химическая энергия превращается в световую. Значит, хлорофилл в пробирке не может удержать пойманную энергию света. Она здесь быстро рассеивается, как в батарейке, если замкнуть накоротко ее электроды.

Иное дело в клетке — там в энергосистему хлорофилла включается длинная серия особых веществ, которые по замкнутой цепи реакций передают друг другу «горячие», то есть возбужденные, богатые энергией электроны. Проделав этот путь, электроны постепенно «остывают», избавляются от избытка энергии, полученной от фотонов, и возвращаются опять на старт — на свои места в молекуле хлорофилла. И она с этого момента снова способна поглощать фотоны.



А избыточная энергия, потерянная ими, и есть та таинственная «жизненная сила», о которой много спорили натурфилософы прошлых веков. Питаясь ею, жизнь существует.

Потерянную «горячими» электронами энергию в клетке быстро подхватывают вещества-энерготранспортеры. Они функционируют по принципу аккумуляторной батареи: одни, заряжаясь энергией, переносят ее ко всем жизнедействующим органам клетки, где возникает потребность в энергии. Там разряжаются и в виде уже несколько иных веществ, с более бедными энергией химическими связями, снова возвращаются к хлорофиллу на подзарядку.

Аденозиндифосфат, или сокращенно АДФ, и аденозинтрифосфат — АТФ циркулируют в клетке между источником — хлорофиллом и потребителями, разнося небольшими порциями энергию.

АДФ — разряженная форма. Она заряжается, присоединяя одну фосфатную группу, и превращается в АТФ. В результате этого превращения энергия света преобразуется в энергию химических связей. Ведь АТФ на целую фосфатную группу богаче энергией, чем АДФ.

В тех органеллах клетки, где идет синтез глюкозы, белков, жиров или другие процессы, поглощающие энергию: мышечная работа, мышление, деление ядер и прочее, АТФ, потеряв фосфатную группу и вместе с ней часть энергии, снова превращается в АДФ.

И так без конца!

КАК «ЕДЯТ» СВЕТ ЖИВОТНЫЕ

АТФ и АДФ — универсальные переносчики энергии в клетке, и в растительной и в животной. Благодаря их трудам в растениях идет изготовление глюкозы, жиров и белков. И в клетках животных энергию, извлеченную из этих веществ, разносят ко всем потребителям тоже молекулы АТФ.

Но прежде чем добыть из консервов энергию, нужно их вскрыть. Какой же консервный нож изобрела природа?

Нож этот — кислород! Окисляя органические вещества, медленно сжигая их в своих топках, клетки освобождают скрытую в них энергию.

Горение — это цепная реакция окисления. При ней сразу выделяется слишком много энергии. Ясно, что для клеток цепная реакция не годится, иначе они и сами сгорят. Здесь энергия должна поступать такими ультрамалыми дозами, чтобы вещества-транспортеры успевали всю ее разносить потребителям, а клетка не перегревалась.

Консервы «расконсервируются» поэтапно. Сначала от глюкозы, например, отрываются два атома водорода и соединяются с кислородом. Образуется вода, и освобождается энергия, которую тут же подхватывают молекулы АДФ и, обратясь в АТФ, следуют по назначению. Затем еще два атома водорода в соединении с кислородом дают жизнь воде и полезной энергии и т. д. Когда весь водород кончается, вещества-регуляторы направляют кислород на атомы углерода. В результате имеем углекислый газ и освобожденную энергию.

Вещества-регуляторы, которые только что были упомянуты, — это окислительные ферменты, иначе говоря, катализаторы. Без них медленное окисление невозможно. Они работают по конвейерной системе, располагаясь цепочкой, в строгом порядке. Около шести разных ферментов передают друг другу атомы сжигаемого горючего. При каждой передаче освобождается небольшая порция энергии, заключенной в химических связях солнечных консервов.

Где же работают конвейеры окислительных ферментов? В каких топках сжигают клетки топливо жизни?

В митохондриях. Пора нам к ним вернуться.

Митохондрий похож на сосуд с жидкостью, полость которого разделена неполными перегородками. В перегородках, во внутренней стенке и в жидкости, наполняющей митохондрий, помещаются конвейерные линии ферментов, расщепляющих глюкозу и заряжающих молекулы АДФ энергией. От 5 до 10 тысяч конвейерных линий в каждом митохондрии!

ЧЕТЫРЕ ВСЕМОГУЩИЕ БУКВЫ, ИЛИ СУТЬ ВСЕГО СУЩЕГО НА ЗЕМЛЕ

Уже после того, как митохондрии были открыты, электронный микроскоп помог биологам обнаружить в клетке очень важные для жизни частицы — мельчай-

шие тельца — рибосомы. Лет двадцать назад о них и понятия не имели. А теперь мы знаем, что рибосомы — это ультрамалые, размером в сотые доли микрона, центры производства белка. В них из аминокислот создаются белки.

Аминокислоты — органические вещества, содержащие одновременно кислую и щелочную группы. В настоящее время их известно немногим больше двадцати. Соединяясь в разных сочетаниях друг с другом, аминокислоты образуют молекулы белков. В нашем теле десятки тысяч разносортных белков, и все они сложены из двух десятков аминокислот, соединяющихся в каждом белке в характерной только для него последовательности.

Лишь недавно биохимики составили достаточно ясное представление о том, как идет такой синтез.

Прежде всего, как и для другого производственного процесса, для синтеза белков необходимо сырье. Оно есть — аминокислоты. Растительные клетки создают их сами, а клетки животных многие аминокислоты получают из переваренной пищи.

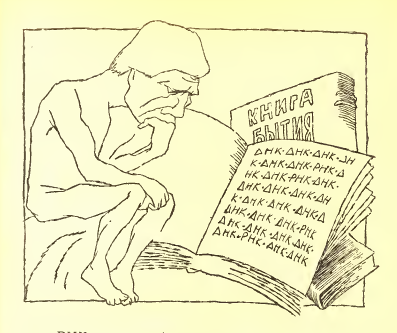
Нужны рабочие. Есть и они — ферменты. Нужна энергия — мы уже знаем, откуда она берется. Солнце и молекулы АТФ доставляют ее. Ферменты активизируют аминокислоты, а проще говоря, помогают им получить энергию от АТФ.

Молекула АТФ разрывается, и обе ее части соединяются с аминокислотой и ферментом в единый комплекс. Когда АТФ разрывается, энергия химических связей, скреплявшая ее, отдается аминокислоте. Та переходит на более высокий энергетический уровень и поэтому активнее вступает в химические реакции.

Вот тут в игру и входит РНК — рибонуклеиновая кислота. Ее роль в синтезе белков исключительно важна. РНК выступает в двух лицах: РНК-переносчик транспортирует активизированную аминокислоту к другой РНК-матрице, которая диктует порядок сборки белка из аминокислот.

РНК-матрицы — они значительно длиннее транспортных — располагаются главным образом в рибосомах. Здесь идет массовое производство белков. Только некоторые особые белки синтезируются, по-видимому, в ядре и в митохондриях.

Итак, РНК-транспортер доставляет аминокислоту, предварительно наделенную нужной дозой энергии, пря-



мо к РНК-матрице. Аминокислота на ее поверхности может удержаться не где попало, а только на строго определенном месте. Для каждой из двадцати аминокислот на поверхности, синтезирующей белок РНК, приготовлена своя якорная стоянка. Никакая другая аминокислота ее занять не может.

Каждые полсекунды аминокислота ложится к аминокислоте, всегда на свое место. Десятки и сотни, даже тысячи, аминокислот выстраиваются в ряд на поверхности РНК. Затем аминокислоты соединяются друг с другом в длинную цепь, и готовая молекула белка соскакивает с нуклеиновой матрицы. Порядок построения аминокислот на РНК, а иначе говоря, формула будущего белка, зависит от химической структуры той РНК, на поверхности которой они выстраиваются.

А эту структуру, эту матрицу как бы штампует по своему образу и подобию другая нуклеиновая кислота — ДНК. РНК, химический шифр которой руководит синтезом белка, сама слепок, копия с ДНК. Молекула РНК «представляет собой как бы приводной ремень, передающий информацию от ядра к рибосомам», — говорит крупнейший наш генетик Николай Петрович Ду-

бинин. А ДНК — это оригинал. Это первоисточник генетической информации. В ДНК и скрыта наша наследственность. Алфавитом, в котором всего четыре буквы и все слова, сложенные из них, трехбуквенные, закодированы в ней врожденные свойства живого организма.

Как закодированы?

Приблизительно так же, как человеческие мысли шифруются и передаются от человека к человеку в словах каждого языка. Все идеи человечества, все его бытовые навыки и все знания закодированы в какой-нибудь сотне тысяч слов. Каждое слово, или кодовая группа, состоит из букв. Их немного, несколько десятков. Буквы образуют алфавит. Таким образом, все богатства человеческой мысли, накопленные за тысячелетия, весь этот необъятный, казалось бы, арсенал знаний и идей может быть выражен, сохранен на полках библиотек и передан следующим поколениям в сочетаниях всего лишь нескольких десятков букв, или, как говорят кибернетики, символов.

Но та же самая сверхобширная информация может быть выражена еще меньшим числом букв — всего двумя символами. Примером служит азбука Морзе, в которой различная последовательность точек и тире способна передать все мысли человеческие.

У ДНК алфавит четырехбуквенный. Буквами служат особые химические соединения — азотистые основания: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц), а кодовыми группами, или словами, — их сочетания в молекуле ДНК; как в азбуке Морзе чередование тире и точек.

Из скольких же букв, скольких азотистых оснований составлены передающие наследственную информацию слова?

Проще всего в этом разобраться на примере синтеза белков. Ведь первое звено в длинной цепи построения организма по плану, заключенному в наследственности, — это созидание специфичных для него белков.

Все белки, а их великое множество сортов и разновидностей, строятся на РНК из двадцати аминокислот. Я уже говорил об этом. Так вот каждая аминокислота занимает свое место на РНК напротив соответствующей ей кодовой группы, то есть соответствующего сочетания азотистых оснований.

Их всего четыре, а аминокислот двадцать. Значит,

каждую аминокислоту не может кодировать одно-единственное основание — однобуквенное слово в генетическом лексиконе.

Может быть, двухбуквенное подойдет? Нет, и двухбуквенных мало: ведь аминокислот двадцать, а из четырех букв можно образовать только шестнадцать двухбуквенных слов.

А вот трехбуквенных будет достаточно и даже с избытком. Ведь каждый из наших четырех символов А, Т, Г, Ц, которыми мы обозначили кодовые азотистые основания, может быть и первой, и второй, и третьей буквой в трехбуквенном слове. Нетрудно подсчитать, что таких слов шестьдесят четыре.

Шестьдесят четыре, а аминокислот-то всего двадцать! Значит, сорок четыре слова-триплета в генетическом языке ДНК лишние?

Впрочем, едва ли. Возможно, что некоторым наиболее часто повторяющимся в белке аминокислотам соответствует не одна, а несколько разных кодовых групп. Одна и та же аминокислота может сесть на поверхность РНК и там, где друг за другом следуют азотистые основания в такой, говоря к примеру, последовательности — АГЦ и в такой — АЦГ, но нигде больше: никакое другое слово генетического алфавита ее не привлечет.

А возможно, что некоторые из кодовых групп в наследственном шифре своего рода знаки препинания. Обозначают начало и конец генетической фразы. Ведь все кодовые символы в молекулах ДНК следуют друг за другом без промежутков.

Скажем, ...ЦАТЦАТЦАТ...

Как разбить на слова эту фразу? Так ли... ЦАТ, ЦАТ, ЦАТ?.. Или: ...Ц, АТЦ, АТЦ, АТ?

Возможно, что некоторые сочетания азотистых радикалов как раз и означают, где ставить точку и откуда начинать чтение генетической информации ДНК и ее копии в РНК. Пока еще биохимики не нашли на этот вопрос окончательного ответа.

Итак, мы установили, что в генетическом алфавите всего четыре буквы, а все слова, из них составленные, трехбуквенные. Не правда ли, не верится, что этих символов и слов достаточно, чтобы закодировать весь бесконечно разнообразный план строения организма от синтеза специфических для его тела белков до цвета глаз и свойств характера?

Слов, которыми записаны генетические фразы, очень много. В некоторых молекулах ДНК до 30 тысяч азотистых оснований. Число их взаимных сочетаний поистине бесконечно. Ведь если бы азотистых оснований в каждой ДНК было всего по сто, полная коллекция их различных сочетаний достигла бы 4^{100}. Четыре в сотой степени! Это больше, чем атомов во всей солнечной системе!

А ведь молекулы ДНК содержат не сто, а тысячи и десятки тысяч азотистых оснований! Трудно даже вообразить, какое великое множество генетических фраз, иначе говоря — генов, способны они образовать, объединяясь друг с другом в разной последовательности.

Подсчитали также, что, если бы удалось извлечь из клеток человека все молекулярные нити ДНК и развернуть их в одну цепь, она протянулась бы через всю солнечную систему!

После этих упражнений в арифметике вы теперь, надо полагать, с большим уважением отнесетесь к четырем буквам генетического алфавита: их выразительные способности действительно безграничны.

ИЗ ЧЕГО ОНИ СДЕЛАНЫ?

Что же собой представляют четыре всемогущие буквы?

Соединения азота, углерода, водорода и кислорода.

Каждое из оснований в молекуле ДНК соединено с сахаром. Сахар не простой: в нем не шесть, как в обычных сахарах, а только пять атомов углерода. У сахара, который входит в состав ДНК, его называют дезоксирибоза, на один атом кислорода меньше, чем у рибозы — сахара РНК.

Сахара связаны в длинные цепи фосфорной кислотой. Но это не все: две сахарно-фосфорные нити ДНК соединяются в одну спирально закрученную молекулу. Соединяются так, что азотистые основания двух нитей-антиподов, цепляясь попарно друг за друга, образуют как бы перекладины лестницы. Притом аденин всегда соединяется с тимином, а гуанин с цитозином.

Молекула же РНК остается одинарной

В этом странном удвоении ДНК заключен большой биологический смысл. Благодаря ему облегчается сте-

реотипное копирование материнской ДНК дочерними при размножении клетки. Когда клетка делится пополам, все ее хромосомы и заключенные в них молекулы ДНК удваиваются. И каждая новая клетка получает полную копию с хромосом (и с ДНК) родительской клетки.

Но копирование необходимо не только при делении, а и в течение всей жизни клетки для синтеза белков. Ведь ДНК штампует РНК по образу своему и подобию, а РНК сообразно с этим подобием штампует белки из аминокислот.

Копирование происходит так: спираль ДНК раскручивается, связи между перекладинами (азотистыми основаниями) обрываются, и обе составлявшие ее цепочки расходятся, как половинки расстегнутой «молнии» на вороте свитера. Затем половинки начинают воссоздавать своих антиподов, присоединяя к каждому из азотистых оснований нужные вещества. И таким образом, каждая из разошедшихся спаренных нитей ДНК восстанавливает полную копию своего утерянного партнера.

В результате число нитей ДНК удваивается и дочерние клетки получают полный комплекс наследственной информации, совершенно подобный материнскому.

Копирование при синтезе белков происходит так же. Только в этом случае разошедшиеся половинки ДНК восстанавливают рядом с собой не одинарную ДНК, а РНК. И не одну, а тысячи их. Ведь даже самые длинные РНК во много раз короче ДНК, поэтому вдоль одной ДНК синтезируются цепочкой друг за другом сразу много РНК. Скопировав со своей родоначальницы наследственную информацию, они уходят затем из ядра в протоплазму клетки, в рибосомы, и там руководят синтезом белков.

После того как все ДНК произведут себе подобных двойников, клетка делится. В ход пускается тот великий микромеханизм, который распределяет наследственные задатки по потомкам. В движение его приводит энергия света, аккумулированная растениями. Значит, все явления наследственности в любом уголке животного и растительного царства не проявили бы себя, не будь в клетках митохондриев и хлорофилловых зерен в зеленых листьях. А стоит ли говорить, что без наследственности не было бы и жизни на Земле.

ГЛАВА III

Генетика





ДИАЛЕКТИКА У ИСТОКОВ ЖИЗНИ

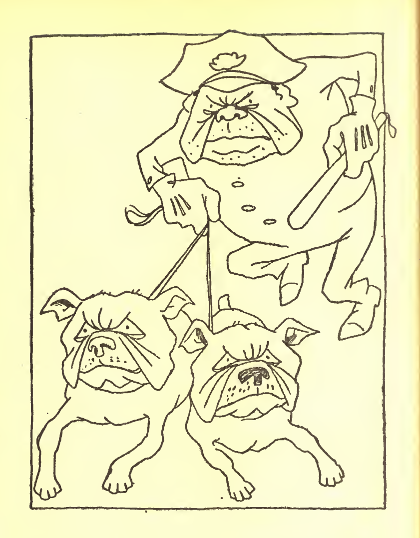
Генетика — молодая наука. Она ровесница нашего века и настоящее его дитя. Без современных приборов и методов исследования генетика не могла быть рождена. Но и без нее немыслима полноценная деятельность человека XX века во многих сферах познания и производства: в биологии, медицине, сельском хозяйстве и даже в освоении космоса.

Генетика — наука о наследственности и изменчивости. Единство этих противоположных начал каждый может видеть всюду, где потомки приходят на смену предкам.

Наследственность — это свойство всего живого на Земле походить на своих предков. А изменчивостью биологи называют те отличия и уклонения от фамильного сходства, которые можно найти в любой семье.

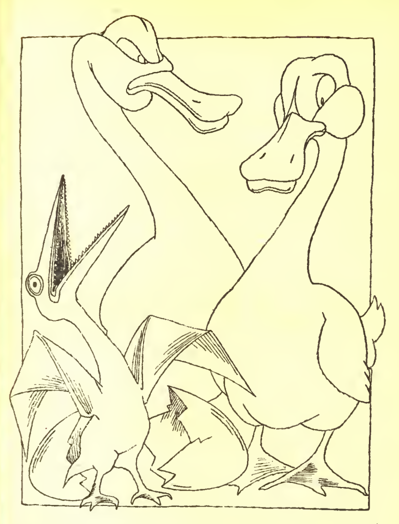
Каждый из нас похож на папу или маму — тут действует наследственность. Но похожесть эта не полная. Всегда дети чем-то отличаются от родителей: и внешне и психически. Это и есть изменчивость.

Изменчивость и наследственность — два изначальных свойства жизни, без которых невозможны эволюция и развитие животного и растительного мира. Одно нача-



ло консервативное, другое революционное. В их борьбе и единстве находит свое выражение диалектика природы.

Чем больше разнообразных образцов жизни, тем шире поле деятельности у естественного отбора, тем успешнее идет эволюция, тем большего совершенства достигает природа. Изменчивость доставляет материал для эволюции. Наследственность закрепляет ее результаты.



Изменчивость создает новые типы живых существ, а наследственность сохраняет их.

Генетики различают три основных вида изменчивости. Изменения, вызванные непосредственной средой обитания или тренировкой. Это так называемые благоприобретенные признаки, или модификации. Они всегда соответствуют требованиям среды, адекватны ей. Затем мутации, или скачкообразные, внезапные и часто неадекват-

ные влиянию среды изменения. И наконец, комбинации — изменения, вызванные новым, не таким, как у старшего поколения, распределением наследственных задатков, полученных от родителей.

Наследственность сохраняет не все из этих трех типов изменчивости. Благоприобретенные признаки не наследуются. Мутации наследуются всегда, так как представляют собой изменения самого наследственного вещества, или, как говорят, генотипа.

Фенотипом называют совокупность всех свойств и признаков организма, но только не его наследственный шифр, который есть генотип.

Неверно, хотя часто так и думают, что вещества, несущие наследственную информацию, руководят синтезом белков и развитием органов только при зарождении организма. Нет, жизнь и наследственность идут рука об руку от рождения и до смерти. Ведь генетический шифр содержится не только в ядрах половых клеток, но и в каждой клеточке тела.

В человеке 60 триллионов клеток. Каждые сутки большая часть из них умирает. Но прежде чем погибнуть, старые клетки производят на свет молодых своих заместителей. И производят их по тому плану, который запрограммирован в наследственности, скрытой в их ядрах.

А что будет, если в наследственном механизме какой-либо клетки нашего тела по той или иной причине откажет какая-то деталь? Случится какая-то неполадка?

Новые клетки, рожденные ею, станут мутантами — не такими, какими были, в них не все, как надо. Дефективные клетки перестанут соответствовать своему назначению, и в пораженной ткани разрастется... раковая опухоль, которая в конце концов погубит организм.

Без изменчивости и наследственности жизнь не достигла бы того совершенства и разнообразия, которое мы сейчас наблюдаем. Без изменчивости не было бы у организмов удивительной способности приспосабливаться к разным условиям. Не было бы у жизни большого выбора путей развития. А без наследственности утрачивались бы новые приобретения.

И белок, без которого нет жизни, и носители наследственности — нуклеиновые кислоты ДНК и РНК, — по-видимому, образовались на Земле в одно время. Некоторые ученые полагают даже, что вещество, способное

нести наследственную информацию,— рибонуклеиновая кислота — появилось раньше белка и, уж во всяком случае, ненамного позже. Старый мучительный вопрос, что же произошло раньше: яйцо или курица, пока еще окончательно не решен.

Итак, с первых своих шагов жизнь обрела одно из основных свойств — наследственность.

МИТОЗ И МЕЙОЗ

Давно уже известны два типа деления клеток: деление митотическое и редукционное. Первое называют также митозом, а второе — мейозом. Первым способом, митозом, делятся все клетки, вторым — только половые.

Сначала — о митозе. Ему предшествует удвоение молекул, несущих наследственную информацию.

Молекулы ДНК, в которых заключен генетический шифр, располагаются в ядре клетки, в особых длинных нитях — хромосомах. У каждого вида животных и растений строго определенное число хромосом. Обычно их несколько десятков. У человека, например, 46 *. А у одного из червей всего две. У некоторых раков по 200 хромосом. Но рекорд побили микроскопические радиолярии: у одной из них 1600 хромосом!

Когда молекулы ДНК удваиваются, удваиваются и хромосомы. Каждая строит по своему подобию двойника. Значит, какое-то время в наших клетках хромосом бывает вдвое больше, чем обычно.

Между двумя делениями, в так называемой интерфазе, хромосомы в обычный микроскоп не видны. Как будто их нет совсем. В электронный же видно, что они всетаки тут, никуда не делись, но так тонки, что без очень сильного увеличения не заметны. Говорят, что на этой фазе своей деятельности хромосомы имеют вид «ламповых щеток». И в самом деле, они немного похожи на ерши, которыми когда-то прочищали стекла керосиновых ламп.

За десять-двадцать часов относительного покоя меж-

* До 1956 года думали, что в человеческих клетках их 48. Но в 1956 году генетики Тжио и Леван точно установили, что у человека 46, а не 48 хромосом.

ду двумя делениями хромосомы должны успеть синтезировать своих двойников с полной копией всех содержащихся в них генов, всех молекул ДНК.

Как только двойники будут готовы, длинные хромосомные нити (оригиналы и их копии) начинают сворачиваться в тугие спирали. А те скручиваются в спирали второго порядка. Смысл этого скручивания вполне понятен. До сих пор хромосомы лежали спутанным клубком, и растянуть их по разным полюсам клетки, наверное, было бы нелегко. Теперь же каждая хромосома — спираль, скрученная спиралью,— очень компактный и удобный для транспортирования «багаж».

Все ДНК человеческой клетки, вытянутые в одну нить, занимают в длину приблизительно около метра, а свернутая дважды спиралью эта нить умещается в 46 хромосомах, длина каждой из которых всего несколько микрон.

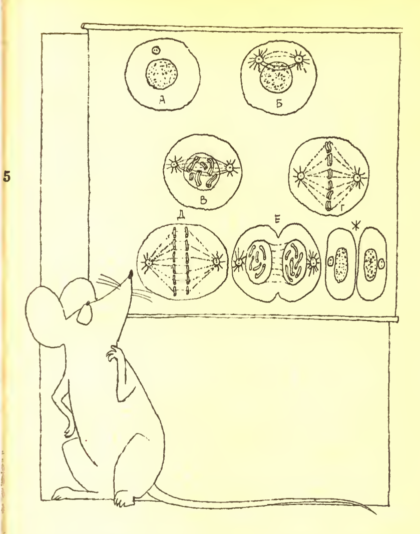
Итак, перед делением хромосомы сами себя упаковывают в компактные «вьюки». К этому моменту, который в клеточном делении именуется профазой, оболочка ядра растворяется, а уже известные нам центриоли, или центросомы, расходятся к противоположным полюсам клетки. Нити так называемого митотического аппарата, или веретена, соединяют каждую хромосому с одним из полюсов.

Затем хромосомы выстраиваются парами (оригинал бок о бок со своей копией) вдоль экватора клетки, как танцоры на балу. Эту стадию деления называют метафазой.

Потом каждая из парных хромосом устремляется к своему полюсу. Партнеры расстаются навсегда, потому что скоро перегородка разделит по экватору старую клетку на две новые. Впечатление такое, будто центриоли тянут к себе хромосомы за ниточки, как марионеток.

И действительно, хромосомы имеют вид, какой бывает у всякого гибкого тела, когда его за ниточку протягивают через жидкость.

Место, за которое ее тянут, у каждой хромосомы всегда одно и то же. Его называют кинетохором, или центромерой. От того, где у хромосомы кинетохор, часто зависит ее форма. Если кинетохор посередине, то хромосома, когда во время митоза ее тащат за нитку, перегибается пополам и становится похожа на латинкую цифру «пять» (V). Если кинетохор у самого кон-



ца хромосомы, то она изгибается на манер латинской буквы «йот» (J).

Одно время думали, что нити митотического аппарата — своего рода рельсы, по которым хромосомы катятся к полюсам. Потом решили, что они скорее похожи на тонкие резинки, миниатюрные мускулы, которые, сокращаясь, подтягивают к полюсам свой хромосомный груз. Но тогда, сокращаясь, нити становились бы толще. И

«худели» бы, удлиняясь. Однако этого не происходит. Укорачиваясь и удлиняясь, они не становятся ни толще, ни тоньше.

По-видимому, механика клеточного веретена иная. Возможно, думают некоторые ученые, нити укорачиваются оттого, что часть составляющих их молекул выходит из игры: то есть из нитей. А добавление молекул в одном линейном направлении приводит к удлинению нитей.

Тем или иным способом хромосомы со скоростью около одного микрона в минуту перетягиваются из центра клетки к ее полюсам. С этого момента митоз переходит в стадию, называемую анафазой.

За анафазой следует телофаза. Спирали хромосом раскручиваются. Снова «ламповые щетки» входят в игру. Клубки нитевидных хромосом обрастают ядерными оболочками: в клетке теперь два ядра-близнеца. Кольцевая перетяжка скоро разделит ее пополам. Каждой половине достанется свое ядро.

Заканчивается клеточное деление удвоением центриолей. Их было четыре — по две на каждом полюсе. Клетка разделилась, и в каждой ее половине оказалось лишь по две центриоли.

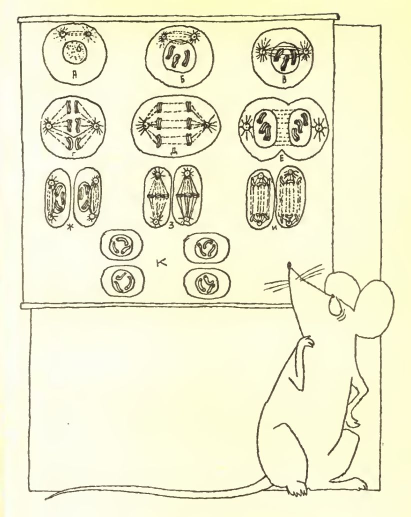
На экране электронного микроскопа центриоли похожи на полые цилиндрики, сложенные из трубочек. Центриоли всегда лежат под прямым углом друг к другу. Поэтому одну из них мы видим всегда в поперечном, а другую в продольном разрезе.

В телофазе от каждой из центриолей отпочковывается маленькая центриолька — плотное цилиндрическое тельце. Оно быстро растет, и вот уже в клетке четыре центриоли.

Путем митоза из одной получаются две клетки, совершенно идентичные по наследственности, скрытой в их хромосомах (если ни одна из них не подвергалась мутации).

Обычно митоз длится час или два часа. В нервных тканях митозы случаются очень редко. Зато в костном мозгу, где каждую секунду рождается на свет 10 миллионов эритроцитов, каждую секунду происходит 10 миллионов митозов!

Теперь, прежде чем рассказать о втором типе клеточного деления — о мейозе, мы должны ввести несколько новых терминов.



Набор хромосом, заключенный в ядре нормальной соматической (иными словами, не половой, а обычной) клетки тела, генетики называют двойным — диплоидным. У человека диплоидный набор хромосом равен 46. Все эти 46 хромосом по внешности и величине легко разделяются на идентичные по конфигурации пары (лишь партнеры одной пары — половые хромосомы «х» и «у»— не похожи друг на друга. Но об этом позже).

Набор хромосом, в котором из каждой пары присутствует только один партнер, называют гаплоидным, или ординарным. Все половые клетки, или гаметы, содержат гаплоидный набор хромосом. (Это значит, что в спермиях и в яйцеклетках человека только по двадцать три хромосомы.) Иначе при оплодотворении яйца, когда сливаются материнская и отцовская гаметы, получалась бы зигота с числом хромосом вдвое больше нормального.

Мейоз, предшествующий образованию спермиев и яйцеклеток, призван наделить гаметы вдвое меньшим, гаплоидным, числом хромосом. А когда гаметы сольются, в зиготе будет уже нормальное диплоидное число хромосом. Половина от матери, половина от отца.

Понятно теперь, почему все хромосомы в зиготе парные?

Ведь каждой материнской хромосоме соответствует точно такая же по форме, величине и характеру наследственной информации отцовская хромосома. Парные хромосомы называют гомологичными.

Мейоз начинается с того, что однотипные по конфигурации хромосомы объединяются в пары, конъюгируют. Затем каждая из хромосом каждой пары создает из веществ, растворенных в протоплазме, своего двойника. Как и в митозе.

Теперь однотипных хромосом уже не две, а четыре. Четверками, или тетрадами, плотно прижавшись друг к другу, выстраиваются они вдоль экватора клетки. Нити веретена разъединяют четверки снова на пары, растаскивая их к разным полюсам.

Клетка делится пополам, а потом делится еще раз, но теперь в другой плоскости, перпендикулярной к первой. На этот раз хромосомы не удваиваются. Выстроившиеся по экватору пары расходятся поодиночке в разные концы клетки.

У каждого полюса их теперь вдвое меньше, чем при митозе или в первой фазе мейоза. Поэтому, когда клетка разрывается пополам, рожденные из нее две новые гаметы получают гаплоидное число хромосом. Так как в первой фазе мейоза из одной клетки рождается две диплоидные клетки, то в конце второй его фазы мы имеем четыре гаметы. И в каждой, повторяю, гаплоидное число хромосом. Если это гаметы человеческие, значит, в них будет по двадцать три хромосомы. А когда при

оплодотворении они сольются в одну зиготу, хромосом в ней станет сорок шесть.

Зигота дает начало человеческому зародышу, все клетки в котором будут с 46 хромосомами.

Механикой клеточного деления в мейозе — расхождением по разным гаметам парных хромосом, каждая из которых ведет свой род либо от отца, либо от матери,— объясняются многие законы наследственности и изменчивости, открытые Грегором Менделем и другими генетиками.

Польские ученые недавно методом цейтраферной съемки сделали отличный фильм о митозе. Все фазы митоза на экране ускорены в несколько сот раз. В действительности же движения хромосом во время деления происходят значительно медленнее. Я видел этот фильм, и он поразил меня сильнее, чем лучшие из лучших художественных фильмов.

В нем необычные актеры — хромосомы. Они сходятся, расходятся, выстраиваются в ряд и разбегаются в разные стороны, словно танцоры на балу, исполняющие сложные па старинного танца. Американский биолог Мёллер, основатель радиационной генетики, назвал танцем хромосом их странные перемещения во время деления клетки.

Каждую секунду в нашем теле совершаются миллионы митозов! И сотни миллионов неодушевленных, но очень дисциплинированных маленьких балерин исполняют древнейший на земле танец. Танец жизни. В таких танцах клетки тела пополняют свои ряды. И мы растем и существуем.

На согласованном расхождении хромосом к разным полюсам клетки основаны все явления наследственности и жизни. Ведь каждая хромосома — сложное соединение гигантских нуклеиновых кислот и белков. А нуклеиновые кислоты несут в себе великое множество наследственных единиц — генов, то есть суть всего сущего на Земле.

МОГУТ ЛИ ОТ БЛОНДИНОВ РОДИТЬСЯ БРЮНЕТЫ?

На некоторых хромосомах гены или комплексы генов заметны в виде черных поперечных полос. Иные хромосомы человека содержат до 40 тысяч генов, а воз-

можно, даже и больше. Каждый из них расположен на строго определенном месте.

Участок хромосомы, занимаемый геном, называют локусом. В каждом локусе располагается только один из двух антагонистических, альтернативных по своему действию генов. Возьмем для примера гены, определяющие такую всем хорошо знакомую наследственную черту, как цвет волос у человека. В одном локусе в этом случае может быть только либо ген темных, либо ген светлых волос. Но никогда оба вместе. Такие два родственных, но взаимно исключающих друг друга гена называют аллелями. Обычно у каждого локуса два аллеля. Но нередко их бывает и несколько. Тогда говорят о множественных аллелях.

Обозначим для удобства аллель темных волос большой буквой «А» и аллель светлых — малой буквой «а».

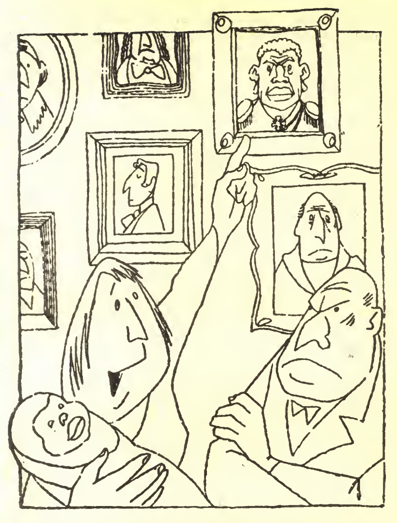
Итак, каждая хромосома содержит в себе только один из двух аллелей. Либо «А»-большое, либо «а»-малое. Но не оба одновременно. Второй аллель может найти пристанище только в другой гомологичной, парной хромосоме. Ведь клетки всех животных и высших растений диплоидные. В них каждая хромосома имеет свою внешне во всем подобную пару, с которой конъюгирует в мейозе. Не забудьте, что один член гомологичной пары получен от отца, а другой — от матери.

И вот что происходит.

Допустим, что многие поколения предков нашего гипотетического индивидуума не имели в своем роду блондинов. Вполне возможно тогда, что в клетках его родителей обе парные хромосомы, несущие гены, определяющие цвет волос, будут содержать по одному аллелю, обозначенному нами большой буквой «А».

В каждую родительскую гамету при делении половых клеток попадет, значит, по одной хромосоме с аллелем «А». При делении клеток они разойдутся по разным гаметам. А когда гаметы отца и матери сольются, в зиготе их потомка окажутся снова две гомологичные хромосомы. Каждая с аллелем «А». Значит, человек, который разовьется из этой зиготы, будет темноволосым. Сходную картину получим и когда родители блондины.

Но совсем иную, когда один из родителей — блондин, а второй — брюнет. В этом случае их потомок бу-



дет иметь в своих клетках хромосомы с двумя разными аллелями, определяющими цвет волос: «А»-большое и «а»-малое. Иначе говоря, одна из его гомологичных хромосом будет в соответствующем локусе нести ген темных волос, а другая в том же локусе — ген светлых волос.

Генотипы, в которых присутствуют альтернативные аллели, называют гетерозиготными по этим аллелям.

А те, где аллели одинаковые, как в первых разобранных нами случаях,— гомозиготными.

Какого же цвета волосы будут у гетерозиготного человека, у которого один из родителей был блондином, а другой — брюнетом или шатеном? Наверное, какого-нибудь промежуточного оттенка? Нет. Совсем нет. Волосы у него будут... темные.

Очень многие гены ведут себя так: когда в одной клетке встречаются два аллеля, то один из них подавляет действие другого. Подавляет так сильно, будто слабого аллеля и вовсе нет в зиготе.

Сильные гены, которые подавляют своих партнеров, называют доминантными. А слабые, подавленные аллели — рецессивными, отступающими. Гены, определяющие цвет волос блондинов, рецессивны по отношению к генам темных волос. Поэтому блондины родятся только от блондинов или от гетерозиготных брюнетов и шатенов, то есть людей, в роду которых были блондины. И никогда от блондинов не могут родиться брюнеты или шатены. Никогда.

Почему? Потому, что блондины всегда гомозиготны. Иначе говоря, не имеют в своем генотипе задатков темных волос.

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ КВАНТУЕТСЯ, КАК ВСЯКОЕ ВЕЩЕСТВО И ЭНЕРГИЯ!

Этот очень важный закон наследственности — закон доминирования одних генов над другими — был открыт Грегором Менделем, сыном крестьянина и августинским монахом. Сто лет назад в монастырском саду в городе Брно в Чехословакии, а в то время — в Австро-Венгрии, он проводил свои основательно продуманные и тщательно выполненные опыты над растительными гибридами.

Мендель скрещивал разные сорта гороха, фасоли, кукурузы и других растений. Исследовал более 10 тысяч гибридов. Две статьи, в которых он изложил результаты своих опытов, были опубликованы в трудах местного общества естествоиспытателей в 1865 и 1869 годах.

Но современники Менделя не оценили их. Только через 35 лет пришла к нему мировая слава. В 1900 году

одновременно и независимо друг от друга три крупных ботаника — Корренс, Чермак и де Фриз — «открыли» забытые работы Менделя. В тот год и родилась генетика. Закономерности, замеченные Менделем в наследственных свойствах гороха, легли в основу новой науки, начавшей победное шествие по всем странам мира.

В чем суть открытия Менделя? Почему две небольшие его статьи полностью изменили представления биологов о явлениях наследственности и дали толчок развитию величайшей из современных наук?

До Менделя разные «гипотезы» и представления о наследственности походили на забавные анекдоты. Многие зоотехники верили, например, что отец «чаще передает своим потомкам переднюю часть тела, а мать заднюю». Правда, позднее в это «генетическое правило» была внесена небольшая поправка. Она касалась хвоста. Он, хвост, утверждала поправка хотя и лежит в области материнских прав на наследование, но передается тем не менее отцом.

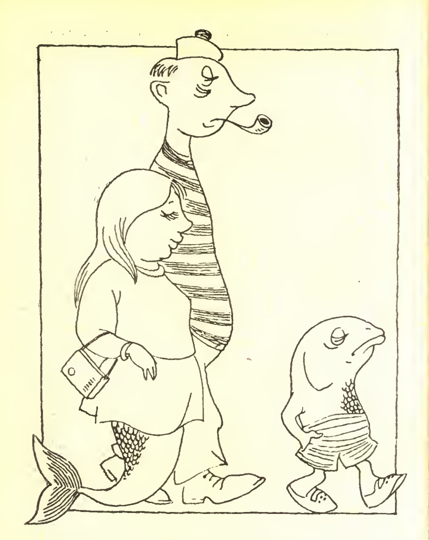
Думали также, будто от отца наследуются внешние формы, а от матери — внутренние органы, что слишком молодые и слишком старые или даже просто голодные люди и животные с меньшей наследственной силой награждают своими свойствами потомков, чем зрелые и сытые.

В общем, никто ничего толком не знал о наследственности.

Одна за другой серьезными исследователями были отвергнуты все гипотезы, которые пытались как-то объяснить величайшую из тайн природы. И еще в 1871 году врач и зоотехник Вилькенс, который сам немало потрудился над этой головоломкой, пришел в конце концов к невеселому заключению: «Законы, управляющие наследственностью, совершенно неизвестны, и никто не может сказать, как это происходит, что одна и та же особенность иногда наследуется, а иногда нет».

Когда писались эти слова, безвестный натуралист-любитель из монастыря под Брно заканчивал свои опыты с горохом. И эти опыты помогли наконец найти правильную дорогу среди «строительного мусора» отвергнутых теорий.

Многие крупные биологи, и в их числе Чарлз Дарвин, пытались понять смысл генетических законов. Возможно, их неудачи происходили оттого, что биологи



до Менделя представляли наследственное вещество в виде однородной и неделимой субстанции. Они думали, что задатки, получаемые организмами по наследству от родителей, смешиваются, как две разносортные жидкости. Поэтому предполагалось, что потомки должны совмещать в себе как бы усредненные свойства обоих родителей.

Мендель, ничего не зная о хромосомах, ясно, однако,

показал, что наследственные задатки не смешиваются, как жидкости в сосуде или краски на палитре. Одни из них подавляют других, когда встречаются в одной зиготе. А потом, при новой перекомбинации наследственного вещества, подавленные признаки вновь могут проявить себя в следующем поколении, конечно, если окажутся в одной зиготе с себе подобными рецессивными генами, полученными от другого родителя.

Мендель доказал, что доминантные и рецессивные гены свободно комбинируются и, не смешиваясь, свободно расходятся по гаметам при образовании половых клеток. Значит, наследственное вещество, которое содержат гаметы даже одного и того же существа, неоднородно в каждой из них.

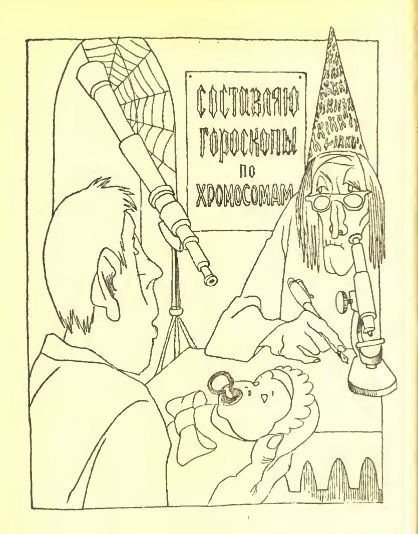
До него считали, что потомки, обладая промежуточной между родительскими формами конституцией, образуют и половые клетки промежуточного типа. Притом предполагалось, что у каждого существа все половые клетки несут одинаковые задатки. В них наследственное вещество, полученное от обоих родителей, однородно, перемешано и равномерно распределено по всем гаметам.

Мендель доказал, что это не так, что отдельные признаки наследуются как обособленные элементарные единицы. Они упорно сохраняют свою индивидуальность, даже тысячи раз переходя из поколения в поколение. Иными словами, он установил дискретность (прерывистость) материальных структур, ответственных за передачу врожденных признаков.

Наследственность квантуется, как всякое вещество и энергия, — вот важный вывод, который был сделан из анализа закономерностей, открытых Менделем. Его вклад в биологию равноценен по значению и по сущности своей созданию квантовой теории в физике.

Сам Мендель не установил никаких законов. Но его последователи сформулировали результаты его исследований в виде трех правил или основных законов наследственности.

«Когда-то, — пишет генетик Корренс, один из трех ботаников, открывших забытые работы Менделя, — астролог пытался путем сложных махинаций проникать в судьбу новорожденного, составляя гороскоп по расположению планет в час рождения. Мы уже давно знаем, что все это было суеверием. Однако в наше время



биолог вступает на путь, который сможет привести нас снова к составлению гороскопа».

Но не по звездам, а по генотипу новорожденного, по задаткам, которые он получил в наследство от предков. Ключом к такому гороскопу будут служить расшифрованный биологами генетический код человека и, прежде всего, законы наследственности, открытые Грегором Менделем.

ПЕРВЫЙ ЗАКОН НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Мендель был скромным учителем математики и результаты своих многолетних трудов не возводил в высокий ранг биологических законов. Это сделали биологи начала нашего века. Их поразила неожиданная простота открытых Менделем методов, которыми природа сохраняет в веках достижения своей эволюции.

Итак, первый закон наследственности, или, как говорят иногда, менделизма: закон единообразия гибридов первого поколения, или правило доминирования. Потомки гомозиготных по разным аллелям родителей совершенно похожи друг на друга. Их фенотип определяют доминантные аллели одного из родителей.

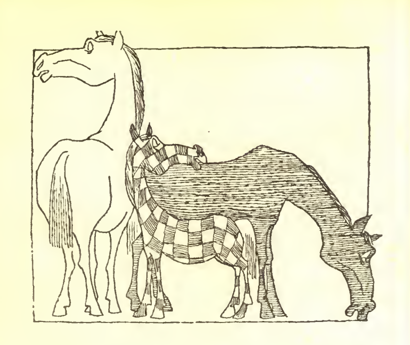
Как наследуют дети цвет глаз своих родителей? Скажем, отец кареглазый, мать голубоглазая. У детей какие будут глаза?

Первый закон Менделя утверждает, что глаза у всех детей будут только такого тона, которому соответствует доминантный аллель. Гены кареглазости доминируют над генами голубоглазости. Значит, глаза у всех детей будут карие. Но только если отец гомозиготен по кареглазым аллелям. Реальная возможность такого варианта вполне осуществима, если в роду отца не было голубоглазых предков. (Или были, а он не унаследовал их «голубоглазых генов».)

Каждая из двух наделенных генами кареглазости хромосом отца при оплодотворении материнской яйцеклетки может соединиться с любой из двух несущих соответствующие аллели хромосом матери. С какой именно — дело случая.

Нетрудно понять, что возможны четыре варианта такого соединения. Все они качественно единообразны, гетерозиготны. Их парные хромосомы содержат разные гены однозначного действия. Аллель кареглазости и аллель голубоглазости. А так как первый доминирует над вторым, значит, глаза у всех гетерозиготных потомков будут карие.

Здесь мы можем увидеть иллюстрацию еще одного генетического правила: люди, животные и растения



с одинаковым фенотипом, то есть суммой внутренних и внешних свойств, могут иметь разные генотипы, разный набор генов. Понятно, отчего это происходит. Ведь многие рецессивные гены, присутствующие в генотипе, подавленные генами доминантными, не проявляют себя внешне — в фенотипе.

В нашем случае и у детей и у отца разные генотипы. Но тем не менее глаза у них одного цвета — карие.

Разумеется, закон доминирования действует не только при наследовании карих и голубых глаз. Мы уже упоминали о том, что гены, определяющие темный цвет волос, доминируют над генами светлых волос. Доминируют также волосы вьющиеся над гладкими. У многих животных — короткая шерсть над длинной. У лошади серая масть над гнедой, а гнедая над вороной, вороная над рыжей. У коров — комолость над рогатостью.

Такие примеры можно перечислять без конца. Ведь только у одной кукурузы генетиками изучено уже более 400 разного сорта генов!

ВТОРОЙ ЗАКОН НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Второй закон Менделя — закон расщепления. Он утверждает следующее. Потомки, полученные от скрещивания между собой гибридов первого поколения, образуют сходные с родительскими формами группы в отношении 3А : 1а. Значит, три четверти потомков обладают доминантными признаками, а одна четверть — только рецессивными.

Это когда мы разделяем их на группы по фенотипу. Если же в основу классификации положим генотип, то соотношение между гибридами второго поколения будет несколько иным: 1 АА : 2 Аа : 1 аа.

Формулу следует прочитать так: во втором поколении гибридов четверть гомозиготов по доминантным генам, две четверти гетерозиготов и четверть гомозиготов по рецессивным генам.

Но поскольку особи с генотипом АА и с генотипом Аа внешне неразличимы, мы и получаем при оценке по фенотипу, по внешности, упомянутую ранее формулу: 3А : : 1а. Здесь три больших «А» получены из суммы числа гомозиготных и гетерозиготных по доминантному признаку гибридов, которые внешне неразличимы.

Мендель открыл эти цифровые соотношения, экспериментируя с горохом. Обратимся и мы за примером к тому же растению. При скрещивании разных сортов гороха лилово-красные цветки доминируют над цветками белыми. Поэтому все гибриды первого поколения бывают с лилово-красными цветками. Мы уже знаем, что в этом случае действует первый закон наследственности, открытый Менделем, — закон доминирования.

Затем Мендель путем самоопыления вырастил потомство гетерозиготных гибридов первого поколения. И вот что случилось.

Гены расщепились: гомологичные хромосомы разошлись по разным гаметам и разнесли по ним интересующие нас гены. Затем гаметы, свободно комбинируясь друг с другом, слились попарно и произвели четыре типа новых сочетаний хромосом: одну четверть гомозиготов по доминантным лилово-красным цветкам, две четверти гетерозиготов и одну четверть гомозиготов по рецессивным белым цветкам.

Поскольку согласно первому закону доминирования окраска гетерозиготных цветков будет лилово-красной,

то внешие эта иовая перекомбннация хромосом во втором поколеиии гибридов проявнт себя так, что мы будем иметь 75 процентов растеиий с лилово-красиыми цветками, а 25, четверть, с белыми. В полиом соответствни с формулой второго закоиа: 3А : 1а.

Не забудьте только, что это отиошеиие вероятиостей. Оно озиачает лишь соотношеиие шансов: три шанса из четырех, что в нашем случае цветки будут лилово-красными, и лишь однн из четырех, что они будут белыми. Ведь сочетаине гамет определяет случай. Нужно произвести миого скрещиваиий, чтобы результаты нх приблнзнлнсь к эмпирически найденному Меиделем соотношеиню.

Теоретнческие расчеты подтверждают его. Но лншь статистическне закоиы определяют степень иеточиостн, степеиь иесоответствия этой формуле практически полученных результатов.

Во всех процессах, которыми управляют статистическне законы, действует очень простое правило. Правило корня квадратиого нз п; п — это чнсло растеинй, участвующих в опыте, а корень квадратный нз п — чнсло отклонеиий от теоретически ожидаемого результата. Зиачнт, чем больше растеинй в опыте, чем больше чнсло п, тем меиьше степеиь иеточиости, тем меиьше отклонеинй от ожндаемого намн соотиошеиия.

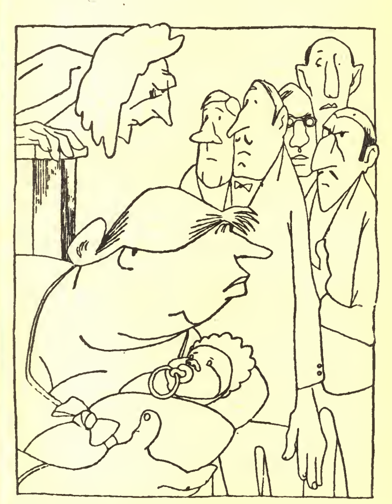
Допустим, в нашем опыте участвовало 16 растенни. Қорень квадратный нз шестнадцати равеи четырем. Значит, в четырех случаях нз шестиадцати полученные иами гнбрнды не будут соответствовать правилу 3А : 1а. Степень неточиости в данном случае равна 25 процеитам. Еслн же в опыте было 100 растеиий, то мы иайдем отклоненне, равное 10 процеитам. А при п, равном 10 000, — всего лншь одиому процеиту. В этом случае теоретнчески ожндаемое соотношенне обретет действительиую реальиость. Отклоиения будут очень незиачнтельиые.

Закоиы, открытые Менделем, с одииаковой силой управляют иаследственностью и растеинй и жнвотных. Поэтому с полным правом мы можем правнло расщеплеиия приложнть и к случаю, разобранному нами выше. Речь ндет о карих и голубых глазах.

Қакне глаза будут у виуков кареглазого дедушкн н голубоглазой бабушки?

Очевидно, цвет глаз виуков можно определить из нз-

вестной уже нам формулы расщепления. Не забывайте только, что она показывает лишь степень вероятности. И может случиться, что сначала родятся сразу два голубоглазых внука, а потом шесть кареглазых. Или наоборот. Либо обладатели голубых и карих глаз появятся на свет в любом другом сочетании. Только правило корня квадратного из n подсказывает нам норму отклонения от теоретически ожидаемого результата.



Однако вероятнее всего, что три четверти внуков получат в дар к первому дню своего рождения карие глаза, а четверть — голубые.

И вот на что обратите внимание: от голубоглазых родителей никогда не могут родиться кареглазые дети! Не могут, потому что у голубоглазых людей нет задатков карих глаз. А вот кареглазые люди могут рассчитывать на голубоглазых детей. Но только в том случае, если в их роду (и со стороны матери, и со стороны отца) были предки с голубыми глазами.

ЕЕ ТРЕТИЙ ЗАКОН

До сих пор мы говорили о правилах наследования двух аллеломорфных признаков, о так называемых моногибридах, которые дают расщепление в отношении три к одному.

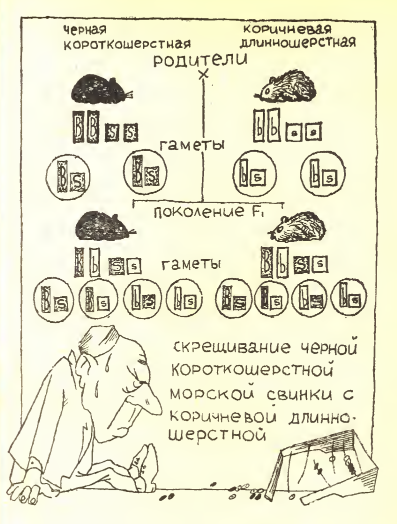
Но генетику часто приходится иметь дело с одновременным наследованием двух, трех и гораздо большего числа пар генов. То есть с дигибридным, тригибридным и так далее скрещиванием. С ди- и тригибридами экспериментировал и Мендель.

Третий закон Менделя как раз и говорит о распределении генов при поли-, то есть многогибридном, скрещивании. Каждая пара аллеломорфных генов, утверждает он, наследуется независимо от другой пары.

Иными словами, здесь действуют два первых уже знакомых нам закона. Но число ожидаемых комбинаций хромосом тут уже иное. Не три к одному. А девять к трем, еще раз к трем и к одному. Это при дигибридном скрещивании. Или: 27 к девяти, девяти, девяти, трем, трем, трем и к одному — при тригибридном. Вообще число разных типов гамет, образующихся у каждого гибрида второго поколения, легко определить из формулы 2^n, где n — число генов, по которым гетерозиготен данный организм.

Для примера рассмотрим более простой случай.

У морских свинок, всем хорошо известных грызунов, черная масть доминирует над коричневой, а короткая шерсть над длинной. Обозначим ген черной окраски большой латинской буквой «B», ген короткой шерсти —



большой буквой «S». Соответствующими малыми буквами — их рецессивные аллели.

Типы образующихся при таком скрещивании гамет и 16 вариантов возможных их сочетаний попытайтесь составить сами. Это нетрудно.

Из 16 возможных вариантов в девяти присутствуют оба доминантных аллеля. Значит, все девять вариантов будут иметь одинаковую внешность. В трех есть «В», но

нет «S». В других трех, наоборот, нет «B», но есть «S». И в одном квадрате нет ни «B», ни «S», а лишь рецессивные их аллели: «b» и «s». Простой подсчет приводит нас к соотношению: 9 : 3 : 3 : 1.

ИСКЛЮЧЕНИЯ ЛИШЬ ПОДТВЕРЖДАЮТ ПРАВИЛА

Иногда доминирование бывает неполным. Действительно, некоторые гены ведут себя так, будто первый закон для них не закон. В этом случае гетерозиготные обладатели генов-аутсайдеров получают по наследству промежуточные свойства. Так при скрещивании некоторых растений с красными и белыми цветками гибриды первого поколения бывают с розовыми цветками.

Или голубые андалузские куры. Когда скрещивают черных кур с белыми курами андалузской породы, все гибриды первого поколения рождаются голубыми. Этот очень красивый тон их перья приобретают от смешения мельчайших черных и белых крапинок.

Но голубых кур нельзя разводить в чистоте. Они представляют собой гетерозиготов белой и черной окраски и поэтому при скрещивании друг с другом дают расщепление 1 : 2 : 1.

Здесь первой и третьей цифре соответствуют сходные по окраске с родителями гомозиготные черные и белые потомки. А средней двойке — голубые гетерозиготы.

Формула один к двум и к одному типична для всех случаев промежуточного наследования.

Генетиками изучено уже немало типов различных отклонений от нормального расщепления. Все они происходят от различного рода взаимодействий между генами. Ведь многие гены по-разному проявляют себя в зависимости от присутствия в генотипе других генов. И, как всякое исключение из правил, эти отклонения только подтверждают общие законы менделизма.

Например, нередко во втором поколении наблюдают такой необычный тип расщепления: девять к семи. Опытный генетик, встретившись с подобным соотношением признаков, сразу решит, что имеет дело с комплементарными генами — генами, которые проявляют себя в фенотипе только в комплексе друг с другом. Каждый из них в отдельности бессилен что-нибудь «решить».

Пример — белоцветный душистый горошек. При скрещивании двух разных его сортов в потомстве вдруг появляются красные цветки!

Казалось бы, что этот неожиданный «пассаж» противоречит всем основам менделизма. Ведь красные цветки у душистого горошка доминируют над белыми. А менделизм утверждает, что доминантные признаки не могут быть получены от родителей, обладающих лишь их рецессивными аллелями.

Но более внимательное исследование показало, что никакого нарушения правил менделизма здесь нет. Просто цветки душистого горошка окрашиваются в красный цвет только тогда, когда в генотипе растения встречаются два комплементарных гена, ответственных за красный цвет. Обозначим их: один — буквой «С», другой — буквой «Е». Только растение с наследственной конституцией, в которой присутствует хотя бы один ген «С» и один «Е», разовьет на своих стеблях красные цветки.

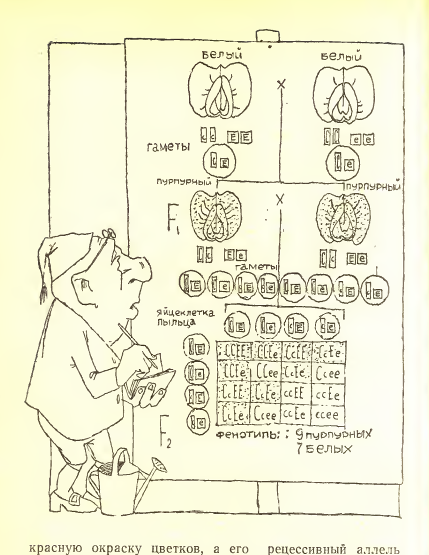
Два белоцветных сорта душистого горошка, послужившие моделью для нашего скрещивания, обладали соответственно таким набором генов: два «С», два «е» и два «с», два «Е».

Типы сочетаний генов в первом и втором поколениях иллюстрирует наша схема. Гены «С» и «Е», хотя и доминантные, но поодиночке они не оказывали никакого действия. Поэтому цветки у каждого родительского растения были белые. Но в генотипе гибридов первого поколения оба комплементарных гена встретились и в союзе друг с другом проявили себя. Цветки у гибридов получились красные.

Во втором поколении девять гибридов обладают тоже обоими доминантными генами, и поэтому цветки у них красные. Другие семь из шестнадцати возможных вариантов лишены одного из доминантных аллелей. У них нет либо гена «С», либо гена «Е». Поэтому цветки у них белые. Вот отчего и получилось странное соотношение: девять к семи.

Гены-супрессоры, когда присутствуют в генотипе, тоже нарушают установленное вторым законом менделизма нормальное расщепление. Они не дают некоторым доминантным генам проявить свое действие. Нарушители порядка, супрессоры сами тем не менее наследуются по всем правилам менделизма, как обычные гены.

Скажем, доминантный ген «А» вызывает у растения



красную окраску цветков, а его рецессивный аллель «а» — белую. Но если при оплодотворении в зиготу попадает ген-супрессор «Н», то выросшее из нее растение с генотипом «НА» тоже будет иметь белые цветки.

Отношение 13:3 типично для вариантов, в которых принимают участие супрессоры.

Интересный образец совместного действия генов представляет давно уже открытое правило наследования

гребня у петухов. У разных пород кур есть четыре формы гребня: простой, гороховидный, ореховидный и розовидный. В образовании каждого из них принимают участие две пары генов.

Простой гребень развивается, когда в зиготе встречаются обе пары рецессивных аллелей: «ггрр».

Один доминантный ген (назовем его геном «Р») приводит к образованию гороховидного гребня. Другой доминантный аллель (ген «R») — розовидного гребня. А оба вместе они выступают совсем в новом качестве: в роли созидателей ореховидного гребня.

Есть и другие типы генных взаимодействий. Например, эффект эпистаза, когда один доминантный ген подавляет проявление другого доминантного гена. Или эффект полимерных, то есть множественных, генов. В этом случае несколько разных генов вызывают развитие одного признака. Либо, наоборот, плейотропия. При ней один ген оказывает влияние на развитие разных признаков.

Все эти весьма нередкие уклонения от классической нормы происходят оттого, что взаимодействие между генами регулярно проявляется в наследственности. Влияние каждого гена всегда зависит от его, так сказать, окружения: от других генов генотипа. Но чтобы не усложнять чрезмерно нашу тему, не будем говорить о всех типах такого взаимодействия.

Расскажем только о множественных, или полимерных, генах и множественных аллелях. Несмотря на сходство в названиях, эти два типа генных ассоциаций совсем не одинаковы. В первом случае несколько разных генов определяют развитие одного какого-нибудь признака. Обычно признака не качественного, а количественного. Такого, например, как рост, вес и вообще размеры животного и растения, их плодовитость или раннеспелость.

Множественные же аллели обеспечивают проявление разных, хотя и однотипных, признаков. Например, наследование групп крови у человека зависит от нескольких аллельных генов.

Всем аллелям одной серии отведен в хромосоме общий для них всех участок — локус. Но если он занят одним аллелем, другому уже тут нет места. Поэтому, хотя множественных аллелей и много, в каждой хромосоме располагается всегда только один из них.

Иное дело — множественные гены. Они составляют разные пары аллелей, занимают разные локусы и часто в разных хромосомах. Поэтому, когда мы имеем дело с множественными аллелями, расщепление во втором поколении происходит по правилам моногибридного скрещивания, в отношении 3 : 1.

При множественных генах расщепление идет по полигибридной схеме. Однако у них своя формула соотношений для гибридов второго поколения. Пятнадцать к одному, когда полимерных генов два. И шестьдесят три к одному, когда три полимерных гена принимают участие в развитии одного признака.

Когда полимерных генов четыре, расщепление пойдет уже по тетрагибридной схеме. В этом случае у каждого гибрида первого поколения согласно формуле 2^n будет уже не восемь, а шестнадцать разных типов гамет. А расщепление во втором поколении даст соотношение 1 : 256!

Вот почему при наследовании количественных признаков все потомство часто бывает внешне однотипным. Ведь многие количественные признаки зависят даже не от трех и не от четырех полимерных генов, а нередко от десяти и большего их числа. А когда полимерных генов десять, число их однотипных по внешности комбинаций приближается к 60 тысячам! Это значит, что уклоняющиеся формы практически почти не будут встречаться в потомстве.

Поэтому вначале казалось, будто наследование количественных признаков подчинено каким-то иным правилам, чем те, которые открыл Мендель. Что это не так, впервые доказал в 1910 году генетик Нильссон-Эле. Теперь ни у кого уже нет сомнений, что количественные признаки так же, как и признаки качественные, следуют всем законам менделизма.

ОТКРЫТИЕ МОРГАНА

Согласно третьему закону Менделя, или правилу независимого распределения, гены, принадлежащие к разным парам аллелей, то есть определяющие разные признаки, наследуются независимо друг от друга. Значит, при оплодотворении возможны самые разнообразные их

комбинации и сочетания друг с другом. Это если разноаллельные гены расположены в разных негомологичных хромосомах, которые при делении клетки расходятся по гаметам, образуя самые разнообразные комбинации.

Мы, следовательно, допускаем, что каждая пара аллелей наследуется независимо от всякой другой аллельной пары именно потому, что расположены они в разных хромосомах. Это допущение основано на эмпирически найденной Менделем закономерности и наблюдениях за поведением хромосом в мейозе.

Принимая его, мы должны были бы, естественно, сделать и второе вытекающее из него допущение. Число генов должно соответствовать числу хромосом. Только в этом случае разные аллельные пары смогут свободно комбинироваться, вести себя независимо друг от друга.

Однако простые наблюдения противоречат этому поспешному выводу. Число хромосом у разных животных и растений, в общем, невелико, а число генов огромно. На каждую хромосому приходятся сотни и тысячи генов.

Значит, сотни и тысячи генов, расположенных в одной хромосоме, должны передаваться потомкам все вместе, единым комплексом. Значит, также, помимо независимого распределения аллельных пар по гаметам, должна иметь место и зависимая, комплексная их передача.

Первое — независимое — распределение наблюдается в том случае, когда разные пары аллелей располагаются в разных хромосомах. Второе — зависимая, или комплексная, передача должна происходить, если все интересующие нас гены локализованы в одной хромосоме.

И такая зависимая передача разнородных признаков, или, как говорят генетики, сцепление генов, действительно была открыта в 1906 году Бэтсоном и Пеннетом. В опытах с душистым горошком они, к удивлению своему, обнаружили, что дигибридное расщепление некоторых признаков идет не по правилам менделизма. Не было независимого распределения: некоторые гены передавались попарно. Бэтсон и Пеннет не смогли объяснить открытое ими отклонение от независимого менделевского расщепления. Этот странный эффект правильно истолковали американские генетики Морган и его сотрудники Бриджес и Стертевант.

Морган и его сотрудники исследовали маленькую, размером в несколько миллиметров, плодовую мушку дрозофилу. Уже в 1901 году они научились разводить ее в лаборатории. Лучшего подопытного животного для генетических исследований нельзя было и желать.

Мушка эта неприхотлива, очень плодовита: одна самка дает несколько сотен потомков. Очень скороспела: сразу же, выйдя из оболочек куколки, способна размножаться. Развивается дрозофила чрезвычайно быстро: за 14 дней из яйца вырастают личинка, куколка и взрослая муха. Значит, одно поколение от другого у дрозофилы отделяют всего две недели.

Кроме того, если мух усыпить эфиром, их можно разбирать как семена, перекладывая и переворачивая кисточкой и рассматривая в лупу.

Раскрыть причины сцепления генов Моргану помогло скрещивание дрозофил.

Черная, с недоразвитыми крыльями муха в союзе с серой мухой с нормальными крыльями произвела на свет серых длиннокрылых потомков. Значит, длиннокрылость и серый цвет доминируют над недоразвитыми крыльями и черной окраской.

Пока все соответствует первому закону Менделя.

Но когда гетерозиготного самца скрестили с черной короткокрылой самкой, обладающей рецессивными признаками, ожидаемого для дигибридного скрещивания расщепления не вышло. Вместо четырех типов разных сочетаний двух признаков получили только два: черных мух с зачаточными крыльями и серых с нормальными крыльями. То есть мух, во всем подобных родителям.

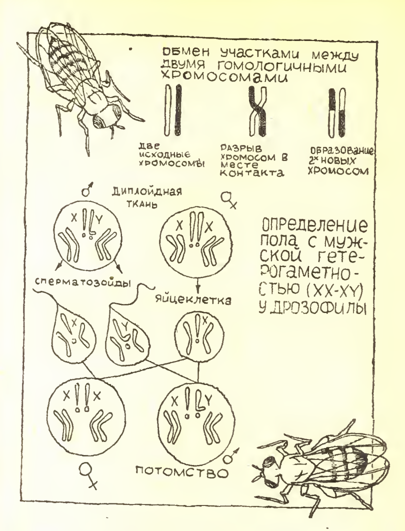
Впечатление такое, будто черный цвет и недоразвитые крылья наследуются как один неразделимый признак. Так же прочно сцеплены друг с другом гены серого цвета и нормальных крыльев.

Может быть, каждая пара сцепленных признаков определяется одним геном? Тогда все понятно.

Но экспериментаторам с самого начала стало ясно, что это не так. Ведь в их многочисленной коллекции разнотипных дрозофил были мухи и с иным сочетанием спаренных признаков.

Например, мухи серого цвета с зачаточными крыльями и черные длиннокрылые.

Значит, в других мушиных семьях и генеалогических линиях признаки объединяются совсем в иной последо-



вательности. Значит, они все-таки могут по-разному комбинироваться. Значит, каждому из них соответствует свой ген.

В тех случаях, когда гены наследуются неразделимо, они, следовательно, локализованы в одной хромосоме и вместе с ней переходят единым блоком из поколения в поколение.

Ну а как объяснить тогда их механизм перекомби-

нации и соединения друг с другом в иные неразделимые комплексы?

Решить эту загадку помогла предложенная Морганом теория кроссинговера, или перекрестка хромосом.

Но сначала еще несколько слов о сцеплении генов. Итак, открытый Менделем закон независимого распределения генов действует тогда, когда гены расположены в разных хромосомах. И закон Моргана, то есть закон сцепления,— когда лежат они в одной хромосоме. Оба эти закона лишний раз доказывают, что именно в хромосомах располагаются гены. А не в каких-нибудь иных клеточных структурах.

У дрозофилы изучено уже более ста генов. Все их в зависимости от того, как они сцепляются друг с другом можно разбить на четыре группы — именно столько и хромосом в гаметах дрозофил! Значит, каждая группа соответствует одной из хромосом. Правда, бывают перекомбинации и среди них, но только после кроссинговера, о котором сейчас и пойдет речь.

КРОССИНГОВЕР

Исследователи установили, не только какие гены к какой группе принадлежат. Они очень тонкими и остроумными методами выяснили место каждого гена в хромосоме и их последовательность друг за другом.

Порядок расположения удалось установить по силе сцепления между ними. Морган вполне естественно решил, что гены, близкие соседи, сцеплены сильнее. И чем дальше они расположены друг от друга в хромосоме, тем слабее связь между ними и тем чаще они наследуются независимо друг от друга. Не все вместе, а порознь переходят в разные гаметы при делении клетки. С генами, расположенными очень близко, это редко бывает.

А отчего же все-таки случается? Как гены из одной хромосомы переходят в другую?

Морган решил, что во время мейоза, когда гомологичные хромосомы попарно сближаются друг с другом, некоторые из них взаимно обмениваются аналогичными участками. Это и называют кроссинговером, то есть перекрестом хромосом.

Значит, нарушение сцепления между генами одной хромосомы происходит оттого, что хромосома разрывается. Обрывок ее вместе с оторвавшимися от всей группы генами переходит на соответствующее место в другую гомологическую хромосому. Заменяет в ней такой же участок с генами, которым вторая хромосома вознаграждает свою потерпевшую убыль сестру.

Чем дальше расположены в хромосоме гены друг от друга, тем легче им разделиться во время кроссинговера. И гораздо труднее это сделать, когда они близкие соседи. Поэтому Морган и решил, что частота нарушения сцепления между генами может служить мерой расстояния между ними. Чем чаще встречаются нарушения, тем больше расстояние.

Сначала эта остроумная гипотеза показалась генетикам слишком фантастичной. Но позднее ее подтвердили многие бесспорные наблюдения и эксперименты. Теперь никто в ней не сомневается.

Перекрест хромосом может быть и двойным и тройным. И даже большее число хиазм, то есть участков обмена, возникает в мейозе между двумя из четырех гомологических тетрад, или хроматид. Бывает, что и три, а то и все четыре хроматиды принимают одновременное участие в кроссинговере.

Биологический смысл кроссинговера совершенно ясен: он призван предоставить в распоряжение эволюции максимальное число разноизменчивых, разноликих вариантов, обильный материал для естественного отбора.

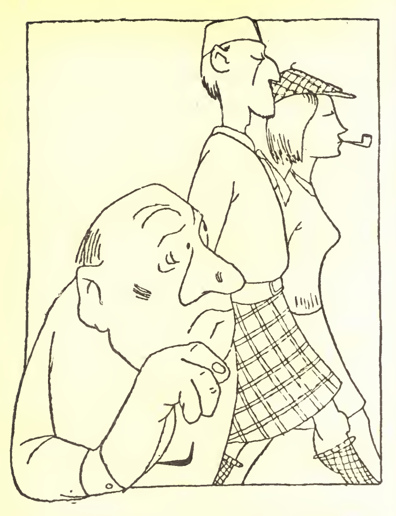
Генов непомерно больше, чем хромосом. Следовательно, сотни и даже тысячи генов, сцепленные вместе в каждой хромосоме, без кроссинговера не принимали бы участия в перекомбинации признаков в зиготах нового поколения. Это, бесспорно, сильно ограничило бы возможности рекомбинационной изменчивости и вместе с тем и эволюционные ресурсы.

Но природа нашла выход, изобретя перекрест хромосом.

МАЛЬЧИК ИЛИ ДЕВОЧКА?

Почти все живые существа разделены природой на два пола: мужской и женский.

Биологический смысл такого разделения вполне ясен:



создать по возможности больше разных вариантов для естественного отбора. Когда животное или растение размножается вегетативно или партеногенетически, без оплодотворения, все его потомки обладают одинаковой наследственностью, во всем схожей с материнской. При таком размножении все дети получают только материнские хромосомы и гены. Никакой их перекомбинации не происходит. И лишь мутации вносят некоторое разнообразие в однотипные ряды потомков-близнецов.

Для эволюции, которая формирует новые виды и типы, черпая материал для видообразования из арсеналов изменчивости, этого мало. Ведь чем больше разнородных образцов в живой природе, тем шире поле деятельности у естественного отбора, творящего новые виды.

Половое размножение призвано пополнить весьма скудные без него ресурсы видообразования.

После мейоза, предшествующего половому размножению, парные хромосомы навсегда расходятся по разным гаметам. А затем родительские гаметы, происходящие из разнородных генеалогических линий, сливаются воедино, чтобы дать жизнь новому организму. Они приносят в его клетки разносортный наследственный материал — отцовский и материнский.

Получается тогда, что наследственность, а значит, и свойства каждого из братьев и сестер совсем не одинаковы. И во многом непохожи они на наследственность и свойства родителей: произошла перекомбинация хромосом, и новые сочетания генов вступили в игру. Значит, естественный отбор получил более разнородный и более необходимый ему материал.

Итак, два пола лучше обслуживают эволюцию, чем один. Когда же и как организм получает от природы тот или иной пол?

Есть животные, которые приобретают свой пол очень странным, хотя и простым, способом. Одного из таких оригиналов нашли в океане. Это морской червь бонеллия. Самки бонеллии размером со сливу, и у них раздвоенный на конце хоботок. Самцы — карлики даже в сравнении со сливой: длиной всего в несколько миллиметров. У них нет хоботка. Они живут в матке у самки, обремененные только одной заботой: оплодотворить яйца.

Из яиц выходят личинки и уплывают.

Поплавав немного, личинки опускаются на дно — эти развиваются в самок. А те, что сядут не на дно, а на хоботок взрослой самки, превратятся в самцов. По-видимому, особые выделения хоботка обязывают их к этому.

Станет ли юная бонеллия самцом или самкой, зависит только от случая. От того, куда сядет личинка. Поэтому соотношение полов у бонеллии непостоянно и часто бывает то избыток самок, то самцов.

Гораздо более стабильно это соотношение, когда

действует генетический механизм определения пола. Такой механизм функционирует у большинства животных и растений. Он очень несложен.

Просто один из двух полов, обычно мужской (но иногда и женский), получает в час зачатия как знак своего мужского (или женского) достоинства одну особую хромосому. Ее называют игрек-хромосома. Гомологичный ее партнер именуется икс-хромосомой.

Икс-хромосома — нормальная хромосома. Тогда как игрек обычно маленькая, как бы недоразвитая и несет гораздо меньшее число генов, чем икс-хромосома.

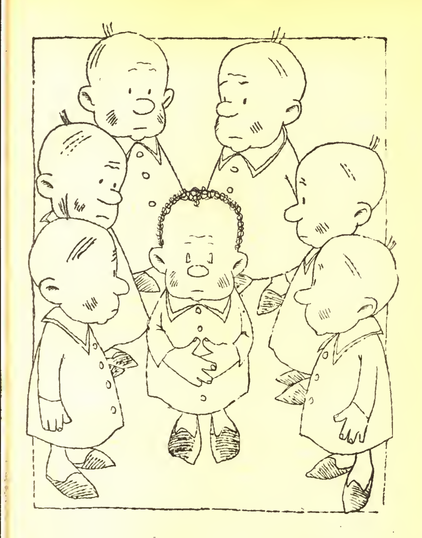
У большинства животных мужской пол гетерогаметен, это значит, что в его генотипе две разные половые хромосомы — икс и игрек. Поэтому самцы таких животных обладают двумя разными типами гамет: половина из них несет икс-хромосому, половина — игрек-хромосому. Женский же пол гомогаметен, потому что клетки самок обладают двумя икс-хромосомами. Но у птиц, бабочек и некоторых рыб, наоборот, самки наделены разными непарными хромосомами, то есть гетерогаметны, а самцы — гомогаметны. У них одинаковые парные хромосомы.

При образовании гамет (у гетерогаметных самцов) после мейоза в 50 процентов всех спермиев попадают только икс-хромосомы. В другие 50 процентов — только игрек-хромосомы.

Самки образуют однотипные гаметы — всегда с икс-хромосомой. Мужские и женские гаметы сливаются и производят на свет в равном соотношении два разных типа зигот. В одних из них только икс-хромосомы. Это будут самки. В других — сочетание хромосом иное: икс и игрек. Это будут самцы.

Такой же генетический механизм заведует определением пола у человека. Мужчины гетерогаметны. В их генотипе две разные половые хромосомы: икс и игрек. Поэтому и спермии разнотипны: половина несет икс-хромосому, половина — игрек-. Женщины обладают двумя икс-хромосомами. Их яйцеклетки однотипны: все с икс-хромосомами. Когда яйцеклетка сливается со сперматозоидом, несущим икс-хромосому, рождаются девочки. А когда со сперматозоидом, наделенным игрек-хромосомой,— мальчики.

Поскольку число сперматозоидов с икс- и игрек-хромосомами одинаково, мальчики, рассуждая теоретически,



должны рождаться так же часто, как и девочки. На самом деле, по статистике, на сто девочек рождается сто семь мальчиков.

А если произвести подсчеты на девять месяцев раньше — в момент зачатия, то можно увидеть, что мальчиков среди зародышей еще больше. Примерно сто четырнадцать на сто девочек.

Как все это можно объяснить?

Предполагают, что сперматозоиды, несущие игрек-хромосому, легче сперматозоидов с икс-хромосомой. Ведь она значительно больше своего обозначенного буквой «игрек» партнера. Поэтому игрек-сперматозоиды добираются до яйцеклетки быстрее икс-сперматозоидов и чаще оплодотворяют ее. Оттого и мальчиков среди ранних зародышей больше, чем девочек.

Но затем, во время утробного развития, гибнет больше мальчиков, чем девочек. И соотношение новорожденных приближается к цифрам сто семь на сто.

Девочки и женщины вообще более жизнестойки, чем мальчики и мужчины. По-видимому, обязаны они этим двум икс-хромосомам. Маленькая игрек-хромосома, вероятно, не компенсирует полностью всех свойств потерянной мужским полом икс-хромосомы.

Во всяком случае, и после рождения смертность среди мальчиков, а позднее и среди мужчин бывает выше, чем среди представителей «слабого» пола. Поэтому соотношение сто семь к ста с возрастом изменяется в обратном направлении — в сторону преобладания числа женщин над числом мужчин.

БОЛЕЗНИ ТОЛЬКО ДЛЯ МУЖЧИН

Помимо основной своей задачи, определения пола, икс- и игрек-хромосомы выполняют и другие функции. Природа ведь очень экономна! Кроме генов, влияющих на развитие половых признаков, в них располагаются и обычные гены, не имеющие никакого отношения к вопросам пола и размножения.

Икс-хромосома крупнее игрек-хромосомы и несет в себе гораздо большее число генов. Это значит, что многие гены, расположенные в икс-хромосоме, отсутствуют в игрек-хромосоме. С другой стороны, и у игрек-хромосомы есть свои специфичные гены, которых нет в икс-хромосоме. Признаки, развитие которых определяют эти гены, называют сцепленными с полом. Некоторые наследственные болезни и дефекты принадлежат к этой очень интересной группе врожденных свойств. Например, дальтонизм, или цветовая слепота. Человек с таким дефектом будет очень опасным водителем, потому что не способен отличить красный цвет от зеленого.

Ген дальтонизма располагается в икс-хромосоме. Он рецессивен. И поэтому понятно, что дальтониками бывают, как правило, мужчины и очень редко женщины. Каждый мужчина, получивший этот ген от матери, не сможет, как бы ни старался, отличить красное от зеленого. Ведь в отцовской игрек-хромосоме нет доминантного аллеля, подавляющего развитие дальтонизма.

Но женщина станет дальтоником только тогда, ког-



да получит два гена цветной слепоты: один от матери, которая сама может и не страдать цветовой слепотой, и от отца-дальтоника. Ведь ген дальтонизма рецессивен и в паре со своим доминантным аллелем нормального зрения бездействует. Только когда в одном генотипе встретятся два рецессивных гена дальтонизма, они проявят себя в фенотипе женщины.

Точно так же наследуется и другая более опасная болезнь — гемофилия. У людей, больных гемофилией, кровь не свертывается на воздухе. Самый небольшой порез ведет к изнурительному кровотечению и нередко даже к гибели.

Все гемофилики — мужчины. Но получают они свои вредоносные гены вместе с икс-хромосомой от матери. Причем сами матери гемофилией не страдают, потому что несут рецессивный ген гемофилии только в одной из половых хромосом. Теоретически, однако, возможно, что от брака мужчины-гемофилика и женщины — носительницы гемофилии могут родиться женщины, гемозиготные по рецессивным генам гемофилии. Эти женщины будут больны гемофилией. Но такие браки очень редки. И до сих пор женщины, страдающие гемофилией, науке, кажется, неизвестны.

Начиная рассказ о сцепленных с полом признаках, я сказал, что игрек-хромосома тоже несет некоторые специфические гены, которых нет у икс-хромосомы. Эти гены, как и сама игрек-хромосома, передаются только от отца к сыну. Например, такая безвредная аномалия — перепонка между пальцами ног. Женщинам этот дефект не угрожает. Мужчины же могут получить его по наследству только от отца. И передадут его всем своим сыновьям.

Помимо генов, локализованных в половых хромосомах, с полом связана еще одна категория наследственных признаков. Так называемые признаки, ограниченные полом. Не путайте их с признаками, сцепленными с полом. Это совсем другая группа врожденных свойств. Определяющие их гены могут располагаться в любых хромосомах, не только в половых.

Гены, ограниченные полом, хотя и присутствуют у у обоих полов, проявляют себя только в фенотипе какого-нибудь одного пола, для которого они специфичны. Например, молочные свойства коров. Быки обладают

всеми генами, влияющими на молочность их потомков, но сами молока не дают.

Другой пример — вторичные половые признаки. Скажем, борода у мужчины. Безбородая мать несет все гены, от которых зависят форма и степень развития бороды у ее сыновей.

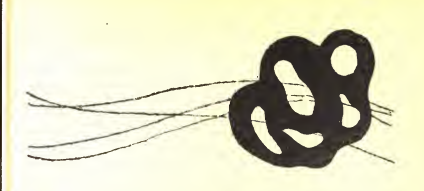
Один из самых интересных генов, ограниченных полом, — это ген, вызывающий раннее облысение у человека. У мужчин он доминантный, у женщин — рецессивный. Поэтому лысых мужчин гораздо больше, чем лысых женщин. Ведь чтобы рано облысеть, мужчине достаточно получить по наследству только один ген лысости, а женщине — обязательно два.

Дети мужчины, гетерозиготного по гену́ лысости, и женщины, гетерозиготной по тому же гену, приобретут наследственный дефект в разном соотношении в зависимости от их пола. Среди сыновей будет три четверти лысых и четверть густоволосых. А среди дочерей, наоборот, лишь четверть с дефектом.

Конечно, облысение бывает и ненаследственным. От болезни или других причин.

ГЛАВА IV

От и до



ЧЕЛОВЕК РОДИЛСЯ

Человек рождается раньше, чем появляется на свет. На девять месяцев раньше, когда один * из 200 миллионов отцовских сперматозоидов, напрягая все свои микросилы, устремляется (со скоростью 7,5 сантиметра в час) к материнской яйцеклетке и, прорвав кордоны ее оболочки, буквально вливается в нее. Счастливый миг! Через полчаса их ядра объединяются навсегда в одно единое и новое диплоидное ядро — человек родился.

Он еще одноклеточная зигота: без рук, без ног, без всяких органов. Но все его будущее, зависимое от наследственности, все хорошие и плохие качества, свойства характера, ума и телосложения отныне определены. Слияние ядер гамет и соединение генов отца и матери дают жизнь новой индивидуальности, весь путь развития которой запрограммирован в новых сочетаниях хромосом.

---

* Случиться это может не всегда, а только на 9—15-й день (в среднем), считая с начала менструации. Овуляция — выход зрелой яйцеклетки из яичника — обычно происходит на 13-й день. Покинув яичник, она еще сутки способна оплодотворяться, а поскольку сперматозоиды живут в матке и яйцеводах около двух суток, принято считать (но расчет этот, конечно, приблизительный), что женщина может стать матерью в течение одной недели каждого месяца.

Развитие начинается сразу: оплодотворившись, яйцеклетка вскоре делится пополам. Через десять часов — снова митоз и деление: будущий человек сложен уже из четырех клеток.

Через неделю их сто. Весят они около грамма, и «груда» клеток, именуемая отныне эмбрионом, в поперечнике... с наперсток? Нет, меньше. Даже много меньше булавочной головки — 0,2 миллиметра!

Тут происходит нечто очень важное: весьма значительное в жизни человека событие — переселение в матку.

Яйцеклетка, покинув женский яичник, сначала попадает вроде как в граммофонную трубу, своим широким раструбом приникшую к яичнику *. Прорвав его оболочку, яйцеклетка устремляется в мир бесконечных превращений, ожидающих ее за порогом овариума, то есть яичника.

Эту трубку называют фаллопиевой. Другим своим концом она врастает в матку. Так вот, в фаллопиевой трубе, или, иначе говоря, в яйцеводе, сперматозоид настигает яйцеклетку и, слившись с ней, рождает человека.

Через неделю зародыш, скользя вниз по фаллопиевой трубе, переселяется в матку. Здесь его наружные клетки срастаются с рыхлой поверхностью матки и образуют плаценту, или детское место. Этот губчатый кусок плоти служит человеку в первые девять месяцев его жизни и легкими, и желудком, и печенью, и почками.

В плаценте кровеносные сосуды тесно соприкасаются с кровью матери (но не смешиваются с ней!). Из крови в кровь, от матери к ребенку, диффузно распространяясь, течет кислород: им зародыш дышит. Текут и питательные вещества — уже через час после того, как мать их переварит. Через плаценту эмбрион выбрасывает прочь ненужные ему продукты. Она же, как хороший фильтр, не пускает к нему микробов и ядовитые вещества.

Но, увы, к сожалению, не все. Никотин и алкоголь, сифилис и вирусы краснухи ** обходят сторожевые посты

* Вернее, попадает она сначала в полость тела, а потом мерцающие реснички яйцевода вместе с током полостной жидкости загоняют ее в фаллопиеву трубу.

** Краснуха наиболее опасна на первом месяце жизни (эмбриональной): она тогда поражает осложнениями (пороки сердца, катаракта, глухота и слабоумие) почти половину зараженных ею эмбрионов. Через два месяца лишь 8—9 процентов.

плаценты и часто прорываются к беззащитному еще зародышу, поражая его своей отравой на всю жизнь. Между 28-м и 49-м днем после зачатия зародыш особенно восприимчив ко всяким химикалиям и ядам, и, зная об этом, мать не должна тогда принимать даже лекарства, если может без них обойтись.

К концу третьего месяца плацента уже вполне зрелая и функционирует в полную силу. А до этого, пока она еще зреет, происходят такие события.

Через месяц зародыш — длиной с ноготь мизинца и обретает уже зачатки рук и ног и вместе с ними... хвост и жабры. Ну не совсем жабры, а так называемые жаберные щели — атавистический дар наших предков — рыб. Потом они зарастают, частично преобразуясь в зобную и щитовидную железы, в уши и ткани лица. А хвост, хоть он и настоящий, тоже потихоньку деградирует, и остается от него только копчик.

Но скелета у месячного зародыша еще нет. Есть только сердце (оно начинает пульсировать на 18-й день и бьется без отдыха до самой смерти!) * и зачатки легких, печени, почек, нервов, глаз и ушей.

Два месяца. Перед нами уже законченный человек. Вернее, крохотный гомункулюс: росту в нем всего 2 — 3 сантиметра. Но все его органы (даже пальцы на руках и ногах) в общем сформированы.

Три месяца. Эмбрион еще подрос: 5—9 сантиметров. Уже первые кости подпирают мышцы, и нервы, как провода, ветвятся в нем. Можно определить даже пол: женский или мужской. И с этого знаменательного момента эмбрион называют плодом.

Четыре месяца. Плод может комфортабельно поместиться на ладони: его длина 10—16 сантиметров, а вес 40—50 граммов. Плацента толстым блином сдвинулась к матке (до сих пор она окружала зародыш). Маленький человек, как в целлофан, укутан в прозрачную и тонкую-тонкую зародышевую оболочку. Видно, как он словно парит в ней и, морща личико, «дышит» околоплодной жидкостью, набирая ее в легкие и выбрасывая из них. Это тренировка для легких: на самом же деле плод дышит сейчас не ими, а пуповиной, которая через плаценту снабжает его кровь кислородом. (Возможно также,

* У месячного зародыша сердце в 9 раз (относительно) больше, чем у взрослого человека, и бьется 65 раз в минуту.

что «вдыхая» околоплодные воды, человек получает из них необходимые вещества и отдает ненужные.)

Мать уже чувствует, как он там толкается ножками у нее внутри (впрочем, двигаться эмбрион начал еще на третьем месяце, но тогда околоплодная жидкость амортизировала толчки, и мать их не замечала).

Я сказал «видно», что вытворяет человечек у мамы внутри. Но как и кто это видел?

Леннарт Нильсон, шведский фотограф! Десять лет жизни без всякого сожаления потратил он на то, чтобы снять на пленку все эволюции эмбриона от зачатия до рождения. Изобретал разные аппараты и добился своего: в одной из клиник Стокгольма Нильсон, приспособив микрокамеру и микроосветитель на конец трубки цистоскопа, которым осматривают изнутри мочевой пузырь, снял тысячи уникальных кадров прямо в недрах матки, откуда люди делают первый шаг в мир. Поэтому многим из того, что знаем сейчас о первых днях нашей жизни, мы обязаны упорству и изобретательности Леннарта Нильсона.

...Пять месяцев. Человек весит около фунта и проявляет свой дурной или хороший нрав. Он уже слышит громкие крики из шумного мира, в котором живет его мать, по-своему их пугается, или, напротив, если характер у него агрессивный, сердится и грозит. Он уже чутко реагирует на мамины настроения и, по-видимому, даже на ее нежные слова и ласки.

Если случатся преждевременные роды, то человек может и выжить. Правда, судьбой дан ему на это лишь один шанс из ста. Но все-таки, если врачи не пожалеют сил, такое возможно: одна пятимесячная девочка в Дании родилась в весе цыпленка: 675 граммов! Ее сразу уложили в купель с питательным раствором, и она выжила.

Шесть месяцев — человеку уже тесно в маме, и он готовится покинуть ее. Поворачивается вниз головой — так удобнее выбраться. Но впереди еще восемь-девять долгих и беззаботных недель, полных не омраченного насилием удовольствия (так уверяет Фрейд). Потом начнутся всякого рода подавления инстинктов и желаний, а пока, в непокинутом еще раю, безмятежно блаженствуя и предвкушая радости удовлетворенного аппетита, будущий младенец... сосет большой палец.

Семь месяцев — плод открывает глаза! И хотя там,

где он живет, очень темно, смотрит не смыкая век, словно не терпится ему увидеть красочные картины, которые скоро откроет перед ним жизнь.

Семь месяцев и вес не меньше килограмма — два непременных условия, которые дают врачу надежду (не очень, впрочем, твердую), употребив все свое искусство, спасти жизнь недоношенного ребенка.

Через месяц такой надежды почти не будет. А еще через месяц человек родится и выживет без помощи врача. Первый вдох младенца — самый трудный: в его легких нет воздуха, их стенки поникли, как пустой мешок.

И тогда человеку, чтобы, открыв рот, он наполнил их, дают первый шлепок. И он кричит, потому что не любит, когда обижают. Этот крик, говорят матери,— первый и последний плач ребенка, который не волнует, а радует.

ОН РОДИЛСЯ НЕ ОДИН

Случается, что яйцеклетка, дробясь, распадается на две, четыре или больше,— тогда маму и папу радуют своим неожиданным появлением так называемые однояйцевые, или идентичные — во всем похожие друг на друга близнецы.

Бывает, что не одна, а сразу несколько яйцеклеток вступают в союз со сперматозоидами, и из каждой вырастает свой эмбрион. Тогда рождаются разнояйцевые, не похожие друг на друга близнецы.

Тут действуют странные законы, и статистика нам о них докладывает *. Обычно на 87 детей-одиночек приходится одна пара двойняшек. На 87 двоен — одна тройня. На 87 троен — четыре близнеца. На 87 близнецов, рожденных вчетвером, — пять близнецов и т. д.

Одна треть из них — однояйцевых. Это в среднем по всему миру. Но у разных народов близнецы рождаются с разной частотой: больше всего их у американских негров и меньше всего у японцев: лишь 35 пар двойняшек на 10 тысяч одиночек. В США на каждые 86—88 рождений — одна пара близнецов. Значит, в Соединенных

* Впервые закон рождения близнецов сформулировал в конце прошлого века французский биолог Эллен.

Штатах закон Эллена действует наиболее точно: там каждый сорок четвертый американец — близнец.

Женщина в возрасте 35 — 39 лет, имеющая уже восемь детей, обладает наибольшими шансами стать матерью близнецов (разнояйцевых, так как идентичные близнецы это правило не соблюдают). Потом женщина того же возраста, но родившая на одного ребенка меньше и т. д.

Второй ряд потенциальных матерей близнецов в такой же последовательности занимают тридцати-тридцатипятилетние женщины.

Способность рождать разнояйцевых близнецов зависит от генов, полученных по наследству, и передается всегда по женской линии — от матери к дочерям. Отец не имеет здесь никакого значения. Многие женщины обладают этой способностью в совершенстве: одна итальянка, например, родила недавно шестую пару близнецов. Рекорд: одиннадцать близнецов за одиннадцать лет! Поставлен он много лет назад в Сицилии и никем, кажется, до сих пор не побит.

Разнояйцевые близнецы не всегда появляются на свет в один день. Иногда второй рождается через месяц после первого. А одна женщина из Индии несколько лет назад родила второго близнеца даже через 45 дней после первого!

Трое, четверо и особенно пятеро близнецов (идентичных и неидентичных) — явление очень редкое.

До сих пор, как некоторые утверждают, наши женщины за всю историю человеческого рода рожали только пятьдесят раз по пять близнецов. Но выжили из них лишь две «пятерки»: канадская в 1934 году и аргентинская в 1943 году. В общем, одна «пятерка» приходится на 52 миллиона рожденных одиночек.

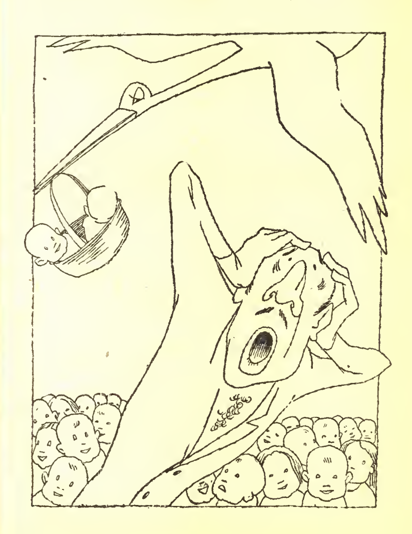
Шесть близнецов появлялись на свет трижды, но ненадолго: все они умерли через несколько дней.

А видел ли когда-нибудь всё видевший мир семь близнецов? Вероятно, да. Барельеф и надпись, высеченные на памятнике в германском городе Хамельн, свидетельствуют об этом: «Когда пошел 1600 год, 9 января, утром, она родила двух мальчиков и пять девочек».

Очень редко (примерно один раз на 10 миллионов нормальных рождений) приходят в мир близнецы, осужденные не только быть похожими, но и навсегда соединенными друг с другом. Это так называемые сиамские,

или сросшиеся дети. Примерно пятая часть из них выживает.

Имя «сиамские близнецы» впервые произнесено было в 1811 году, когда китаянка родила в Сиаме двух мальчиков Чана и Ина. Их груди связывала небольшая перемычка. Сначала Чан и Ин могли лежать только лицом к лицу, но потом, подрастая, растянули соединявшую их плоть и стали ходить и бегать (и очень слажен-



но и быстро!) уже плечом к плечу. Они научились даже плавать и были вообще очень подвижными, что называется, моторными ребятами. Много читали, получили неплохое образование. Мир братья ощущали независимо друг от друга: по-разному мыслили, чувствовали и часто в разное время читали, работали и спали.

Мать продала их какому-то циркачу. В восемнадцать лет они попали в знаменитый цирк Барну и много лет разъезжали с ним по Америке и Европе.

Скопив деньги, они поселились в Северной Каролине, здесь женились на двух сестрах и родили 20 нормальных и двух глухонемых детей.

Гражданская война в США принесла им разорение, и Чан с горя запил.

В 1869 году после паралича он уже не мог владеть правой половиной тела. Но братья прожили еще пять лет — до 1874 года. Тогда Чан заболел воспалением легких. Он умер во сне. Утром Ин проснулся и позвал сына.

— Разбуди дядю Чана, — попросил он его.

— Дядя Чан умер!

— Тогда умру и я,— сказал Ин и умер через два часа.

Такова история сиамских близнецов.

Но она не была ни первой, ни последней: и до и после не раз рождались сросшиеся близнецы. Некоторых хирурги пытались разъединить. Еще в XVII веке, как утверждают, одна такая операция прошла успешно. Другие кончались плохо. Но теперь медицина не та, что прежде, и сиамские близнецы уже не осуждены, как бывало, на вечную зависимость друг от друга.

НИКТО ЕЩЕ НЕ УМЕР ОТ СТАРОСТИ

Рождение — детство — юность — зрелость — старость — и, увы, смерть. Неизбежный путь каждого живого существа, каждого человека. Не умирает лишь тот, кто не живет, ибо уничтожить смерть можно, только уничтожив жизнь. Такова диалектика природы.

«Уже и теперь, — писал Фридрих Энгельс, — не считают научной ту физиологию, которая не рассматривает смерть как существенный момент жизни... которая понимает, что отрицание жизни по существу содержится в самой жизни, так что жизнь всегда мыслится

в соотношении со своим необходимым результатом, заключающимся в ней постоянно в зародыше, — смертью».

Итак, смерть — естественный конец жизни. Старость и смерть так же закономерны, как юность и зрелость.

Шестьдесят триллионов клеток в теле человека. И вот в них приходит старость. Клетки беднеют водой, съеживаются, уплотняются, с трудом справляются теперь со своими обязанностями. Размножаются плохо, а потом совсем погибают.

Мертвые нервные и мышечные клетки заменяет, разрастаясь, соединительная ткань. И вот вам склероз! Склероз сердца, склероз сосудов, мышц, нервов.

Илья Ильич Мечников думал, что здесь повинны токсины (яды), которыми постоянно отравляют нас поселившиеся в кишечнике микробы.

Иван Петрович Павлов считал, что «в процессе старения начальную и ведущую роль играет центральная нервная система, главным образом кора головного мозга и связанные с нею другие системы».

Психические переживания (горе, тоска, уныние, страх) истощают нервную систему. Это служит причиной различных заболеваний, влекущих за собой старость, а затем и смерть.

Мечты о вечной жизни нереальны. Бессмертие так же невозможно, как бессмысленна попытка остановить движение атомов, молекул, планеты. Но продлить жизнь человеческую, прогнать на время старость можно.

Почти 300 лет назад родилась наука геронтология, которая занялась этой великой проблемой в союзе с тотологией.

Тотология — наука о смерти, так предложил называть ее Илья Ильич Мечников. Понять суть смерти во всех ее закономерностях и проявлениях и, познав, отодвинуть смерть до возможных пределов — задача тотологии.

Ведь ни один еще человек на Земле не прожил отведенного ему природой срока и не умер действительно от старости. Таково мнение современной науки. Причиной смерти всегда было какое-нибудь нарушение жизненного процесса, а не его логическое завершение, называемое физиологической смертью.

Миллион лет мучительной эволюции понадобилось, чтобы создать Человека, а сознательной жизни ему

отпущено всего каких-нибудь 60—80 лет! Но вечно ищущий разум вступил в борьбу с этой вопиющей несправедливостью и исследует пути и способы продлить жизнь до естественных границ.

ОБИДЕЛИ «ВЕНЕЦ ТВОРЕНИЯ»

Каковы же эти границы?

По-разиому отвечают ученые. И. П. Павлов считал естественным пределом человеческой жизни 100 лет. И. И. Мечников и А. А. Богомолец — 150—160. Крупнейший немецкий врач и ученый Х. Гуфеланд, основатель науки о долголетии, утверждал, что нормальная продолжительиость жизни человека должна исчисляться 200 годами. На той же цифре настаивал известный физиолог XIX века Э. Пфлюгер. Парацельс полагал, что 600, а Рожер Бэкон даже 1000 лет.

Однако никто из ученых не смог достаточно убедительио доказать, что именно их цифры следует считать правильными. Дело в том, что надежных методов определения предельного возраста пока нет.

Например, знаменитый французский натуралист Бюффон полагал, что существует зависимость между долголетием и ростом. По его мнению, продолжительность жизни приблизительно в пять раз больше того времени, в течение которого животное растет.

Верблюд растет 8 лет, а живет 40. Рост лошади продолжается 5 лет, живет она 25 и т. д. Человек растет 20 лет, значит, должеи жить 100. Однако из правила Бюффоиа так миого исключений, что со временем его формулу пришлось оставить. В самом деле, овца, например, растет около 5 лет, а живет только 10—15. Попугай же закаичивает рост к 2 годам, ио живет до 190 лет. У страуса рост продолжается 3 года, а жизнь 35—40 лет.

И другие методы определения естественного срока человеческой жизни были не более удачными. И все-таки многие ученые единодушны в том, что если устранить все вредные причины, укорачивающие жизнь, то человек должен прожить лет двести. Таков срок, отпущенный природой. Но это теоретически. А фактически?

В Древней Греции средняя продолжительность жизни была 29 лет. В Риме чуть больше.

В Европе в XVI веке — 21 год, в XVIII — 26 лет, в XIX — 34 года, а в начале нашего века жизнь людей сразу увеличилась до 45—50 лет. (Главным образом за счет уменьшения детской смертности.)

В нашей стране сейчас средняя продолжительность жизни приближается к 71 году. И все-таки мы далеко не используем всего отпущенного нам природой срока. Наши «братья» в мире зверей в этом отношении счастливее нас.

Щуки, карпы, сомы	живут	до	80	лет	и, возможно, больше
Большие черепахи	»	»	175	»	
Лягушки	»	»	18	»	
Жабы	»	»	36	»	
Попугаи	»	»	90	»	(один какаду прожил 117 лет)
Вороны	»	»	70	»	
Страусы	»	»	35—40	»	
Орлы и журавли	»		60	»	
Лошади	»	»	20—30	»	(одна лошадь прожила 60 лет)
Быки	»	»	25—30	»	
Овцы	»	»	12—14	»	
Козы	»	»	18—27	»	
Собаки	»	»	16—22	»	
Кошки	»	»	10—12	»	

Почему же существа ниже организованные живут часто дольше более совершенных? Даже обидно. Почему человек, «венец творения», в долголетии немногим способнее попугая?

Ну а если рассмотреть эту таблицу с точки зрения Мечникова?

Как вы помните, он полагал, что старение и преждевременная смерть наступают по причине отравления микробными ядами. Больше всего бактериям полюбились толстые кишки. Ежедневно здесь заново рождается примерно 130 триллионов микроорганизмов. Многие кишечные микробы безвредны, но есть среди них ядовитые: они травят нас изнутри индолом и фенолом — на-

стоящими ядами! Может быть, от них клетки и ткани стареют раньше срока?

Смотрите на таблицу: кто дольше всех живет? Рыбы, гады и птицы. А у них либо совсем нет толстых кишок, либо они очень короткие! Исключение — страусы. Ростом они большие, а живут мало — 35—40 лет. И что же вы думаете: у страусов развиты толстые кишки!

Млекопитающие живут, как и страусы, сравнительно недолго, и у них, как у страусов, толстые кишки — и толстые и длинные. Среди зверей хуже всего с долголетием у жвачных, и именно у них толстый кишечник развит наиболее сильно. Наоборот, летучие мыши представляют исключение и в том и в другом пункте: у них очень короткая толстая кишка, и они относительно долговечны. Живут дольше, чем насекомоядные их размеров.

В общем, определенная зависимость: «толстые кишки — долголетие», бесспорно, существует и влияет даже на жизнь человека, но не так решительно, как утверждал Мечников.

Некоторые люди после вынужденной операции долго жили без толстого кишечника, словно и не нужен он совсем. Но многие другие доживали до еще более преклонного возраста и с толстыми кишками.

«ЛЕТ ДО СТА РАСТИ НАМ БЕЗ СТАРОСТИ»

Самым долговечным представителем рода человеческого за всю его историю, по-видимому, следовало бы считать библейского героя Мафусаила. Как утверждает библия, сей старец прожил 969 лет. Однако библия, хотя и древнейший документ, но, к сожалению, не самый достоверный. К тому же современные изыскания показали, что в данном случае просто произошла путаница в календарном исчислении. Во времена Мафусаила год календаря, по которому определялся «жизненный стаж» почтенного старца, по числу дней равен всего лишь одному нашему месяцу. Почти тысячелетний «мафусаилов век» — элементарные 78 теперешних лет. Так что где-нибудь в Грузии Мафусаил сейчас мог бы сойти за сравнительно молодого человека.

В общем, как ни соблазнительно было бы сознавать, что один из сынов человеческих, пусть даже в библейские



времена, прожил почти десять веков, случай с Мафусаилом придется отнести к области курьезов и обратиться к фактам более достоверным.

Почти два века — 185 лет прожил аббат Кэнтингерн, умерший в 600 году, венгерский землевладелец Петр Зортай родился в 1539 году, а скончался в 1724-м, прожив также 185 лет. 180 лет ходила по земле недавно скончавшаяся осетинка Тэнсе Абзиве. Немногим меньше

ее прожил Джон Равель (172 года). Его жене Сарре Равель в год его смерти было 164 года. Кстати, это пример самого длительного брачного союза. Вместе они прожили 126 лет. Албанец Худие прожил 170 лет. И за это время число его потомков достигло двухсот. Английский крестьянин Фома Парра — 152 года.

Умер Фома в 1721 году от заворота кишок, случившегося после пиршества при королевском дворе, устроенного в его честь: король пожелал почтить самого старого человека в Англии. Знаменитый врач Гарвей после вскрытия заявил, что это был на редкость крепкий и мало поддавшийся старости человек. Сын Фомы Парра умер 127 лет.

В Грузии у нас очень популярен хор столетних стариков. А танцор Л. Шария в 112 лет получил даже премию за лучший танец. Сейчас у нас в стране около 30 тысяч людей живут свой второй век. Столько вековых старцев нет нигде в мире.

В общем, подобное перечисление можно продолжать довольно долго. Случаи исключительного долголетия наблюдались во все времена и у всех народов. И интересно, что для достижения столь преклонного возраста, по-видимому, не всегда обязательно, чтобы жизнь была спокойна.

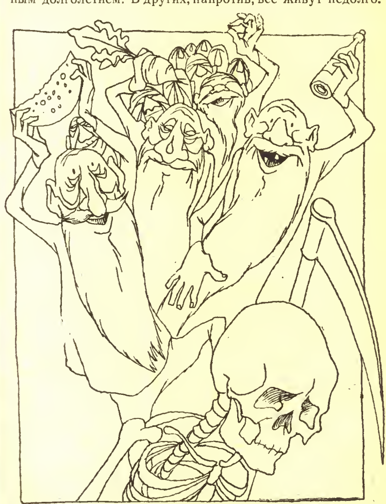
Так, 146-летний Дракенберг провел жизнь весьма тяжелую и тревожную: 91 год он прослужил матросом и 15 лет был в неволе у африканских пиратов. Не всегда, вероятно, требуется и особая умеренность жизни. Иногда люди, достигшие столетнего возраста, отличались большой невоздержанностью. Хирург Политиман, проживший 140 лет, начиная с 25-летнего возраста, имел обыкновение ежедневно напиваться. Ирландский земледелец Браун, скончавшийся в 120 лет, завещал сделать такую надгробную надпись: «Он всегда был пьян и так страшен в этом состоянии, что сама смерть его боялась».

Один парижский епископ, проживший 115 лет и прославившийся безудержными кутежами, в сто лет перешел к «умеренному образу жизни» и в книге о причинах своего долголетия серьезно писал, что «с тех пор он съедал в день не более фунта мяса и выпивал не более литра вина».

Из сказанного, разумеется, никак не следует, что алкоголь — отличное средство продления жизни. Наоборот, злоупотребление спиртным разрушает организм и

сокращает жизнь. Долголетние пьяницы прожили бы еще дольше, если бы не пили. Их пример доказывает лишь, какой огромной жизнеспособностью иногда наделяет природа человека.

Вообще, трудно сейчас точно определить, в чем причины исключительного долголетия этих людей, но, безусловно, первое место здесь принадлежит наследственности. Одни семьи наделены от природы исключительным долголетием. В других, напротив, все живут недолго.



Интересный случай «семейного долголетия» приводит в своей книге «Продление жизни» академик А. А. Богомолец: «31 июля 1654 года кардинал д'Арманьяк увидел, проходя по улице, плачущего 80-летнего старика. На вопрос кардинала старик ответил, что его побил отец. Удивленный кардинал пожелал увидеть отца. Ему представили очень бодрого старика 113 лет. Старик объяснил кардиналу, что побил сына за неуважение к деду, мимо которого тот прошел не поклонившись. Войдя в дом, кардинал увидел еще одного старца — 143 лет».

СТО ТЫСЯЧ «ПОТОМУ»

Если вам когда-нибудь попадется в руки увесистая книга «Популярная медицинская энциклопедия», изданная в 1963 году, откройте ее на странице 1030.

Там вы прочтете:

«Старение — закономерно наступающий процесс, следствие непрерывных биологических изменений, составляющих процесс жизни. Известно около двухсот гипотез о биологической сущности старения».

Итак, медицинская наука выдает сразу двести «потому» на одно «почему» — почему человек стареет?

Это гипотезы, так сказать, предположения, с которыми считаются ученые мужи. Но есть и другие «потому», придуманные людьми неучеными. О весьма «действенных» рецептах продления жизни, употребляемых в древности, говорить не буду. Но вот пример из времен недавних.

Место действия — Россия. Время действия — предреволюционное.

...На квартиру «короля московских репортеров» писателя Владимира Алексеевича Гиляровского является посетитель. Он решителен и уверен в себе. Гиляровский («человек широкой русской души и отзывчивости») должен его поддержать, так как он создал учение о «сыроедении».

— Да, именно о сыроедении. Если люди будут есть все без исключения в сыром виде: овощи, крупу, мясо, ржаное или пшеничное зерно вместо хлеба и прочего, то им обеспечивается отсутствие всяких болезней, они будут иметь крепкие нервы и мафусаилово долголетие.

— Чем же я могу помочь вам? — спрашивает Гиляровский проповедника сыроедения.

— Надо пустить статью в газете,— отвечает тот.

Выпроваживая сыроеда, писатель не поинтересовался его образовательным цензом, ясно, что в голове этого человека завелись странные идеи...

Так заключает описание этой сцены секретарь Гиляровского.

Другой изобретатель способов продления жизни сам на себе (и не без успеха) испытал их силу.

Это всем известный богач из богачей Дж. Рокфеллер (1839—1937). Он поклялся, что бы это ему ни стоило, дожить до ста лет. Долго советовался с врачами и выбрал нужную диету. Затем заперся в изолированных от мира, почти стерильно чистых комнатах, тщательно соблюдая все правила гигиены и моциона, и прожил так несколько десятилетий. Умер он 98 лет: два года не дотянул до желанного срока.

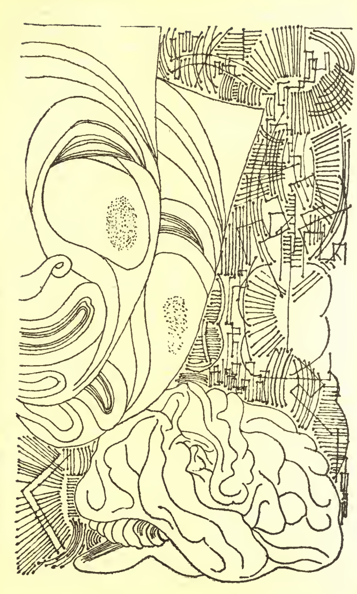
В общем, едва ли не у каждого человека своя теория насчет старения и продления жизни. И в науке, как видите, таких теорий немало — целых двести. Вывод можно сделать только общий: наследственность — это главное. Ну а что от нас зависит? Правильное питание (не объедаться и не голодать), к старости — побольше овощей и фруктов (поменьше мяса и жира), больше двигаться (8 километров в день ходить пешком), больше быть на свежем воздухе (спать с открытой форточкой даже зимой), меньше волнений и тревог, больше радости. И труд — умственный и физический, но без перенапряжения. У людей праздных раньше времени развиваются склероз, ожирение и апатия, а за ними по пятам идут старость и смерть.

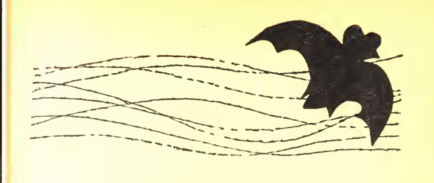
Еще в XVIII веке Гуфеланд писал: «Ни один лентяй не достиг глубокой старости: все достигшие ее вели очень деятельный образ жизни».

Из всех живых существ только человек, вооруженный разумом, может победить в единоборстве со смертью. Наука всерьез поставила перед собой задачу сделать второй век жизни достоянием каждого из нас. А мы знаем, она добивается всего задуманного, даже, казалось бы, невозможного.

ГЛАВА V

Поговорим о чувствах





НЕРВНАЯ МОРЗЯНКА

Все, что мы знаем о мире, о его красках, запахах, звуках, о форме, твердости, вкусе и тепле всех предметов вокруг, мы знаем благодаря нашим чувствам. Это единственные каналы, единственные «входные устройства», по которым мозг получает информацию обо всем вокруг и внутри нас.

Сотни тысяч лет обслуживают людей их чувства. Но только недавно узнали, как работают они, как устроены в самых интимных своих деталях и какая энергия приводит их в действие. Первый значительный шаг наука об органах чувств сделала, когда первые инженеры изобрели аппаратуру, которой можно было измерять ток в нервах. Случилось это в середине прошлого века.

А теперь инженеры, создавая приборы, ищут новые идеи в физиологических исследованиях. И конечно, бионика, развивая и совершенствуя свои методы, поможет сделать второй большой шаг вперед науке, изучающей чувствующие механизмы природы.

Наши органы чувств работают приблизительно так, как телевизор. Мир бомбардирует их градом механических, химических, электромагнитных и всяких других сигналов. Органы чувств переводят информацию, которую несут эти сигналы, в стандартный для всех нервных

клеток на Земле язык электрических импульсов и посылают их по нервам в мозг. В этих импульсах, в их переменной частоте методом, похожим на азбуку Морзе, закодирован смысл каждого сигнала *.

Мозг принимает электрическую шифровку и преобразует ее в образы осознанного ощущения.

Органы чувств, которыми владеет животный мир, природой разделены на механические (осязание, слух и тепловые рецепторы) и химические (вкус, обоняние и зрение). Но о чем бы ни сообщали они мозгу: о цвете, о звуке, о тепле или боли — всю свою информацию они преобразуют сначала в электричество. Но не в постоянный ток, а в отдельные разряды одинаковой примерно силы и продолжительности (около тысячной секунды!). Не сила электрических импульсов, а лишь частота, с которой они следуют друг за другом, несет в мозг специфическую информацию. Они очень спешат, когда сигнал, побудивший чувствующий орган к действию, достаточно силен. И совсем не торопятся, когда он слабый.

Если кто-нибудь слегка коснется вашей руки карандашом, мозг узнает об этом, получив от кожных рецепторов около десяти электрических разрядов в секунду. Но если толчок карандашом будет очень сильный, в ту же секунду сразу сто импульсов ринутся по нервам в мозг.

Чтобы первый из них побежал по нервной трассе от органа чувств к мозгу, принятый этим органом сигнал, или, как говорят физиологи, раздражитель, должен превысить некоторый минимальный предел — «порог ощущения» **.

Усилим раздражитель (сильнее прижмем карандаш

* По-видимому, кодирование заключается не только в частоте бегущих по нервам импульсов, но и в том, по каким волокнам, с какой частотой (по каждому из них) и в каком числе они бегут, а также в комбинации импульсов, посылаемых разными волокнами от одного органа в мозг.

** Многие органы человека и животных невероятно чувствительные инструменты: порог ощущения у них очень мал. Например, у нашего глаза он равен $6 \cdot 10^{-17}$ ватта (человек может увидеть с расстояния в один километр, если атмосфера прозрачна, источник света в тысячу раз более слабый, чем огонек свечи). Некоторые опыты показали, что привыкший к темноте глаз может обнаружить всего 6—10 фотонов света. А наше ухо воспринимает удары звуковых волн в миллиард раз менее значительные, чем атмосферное давление. «Ухо» кузнечика, которое он прячет в своих ножках, слышит звуки мощностью всего лишь в 5 стоквадрильонных ватта!



к руке!), чаще станут импульсы. Нажмем сильнее, еще чаще! Но наступит момент — «предел насыщения», когда никакое добавочное раздражение не сможет увеличить их частоту.

ЭНЕРГИЯ ДЛЯ НАШИХ ЧУВСТВ

Итак, мы чувствуем с помощью электричества. Нервная система — это сложное переплетение электрических проводников. Но проводников, устроенных очень своеобразно: ток не бежит по нервам, как по проводам *.

Для электронов в нерве приготовлено не ровное шоссе. Нет, их путь природа превратила в скачку с препятствиями.

Скачка начинается приблизительно так.

Нервная клетка, или нейрон, несколько похожа на

* Нервы были бы просто бесполезны, если бы их использовали как электрические провода: их сопротивление примерно в 100 миллионов раз больше, чем медной проволоки, а «изолированы» они в миллион раз хуже, чем обычный электропровод!

вырванное с корнем дерево. «Корни»— тело клетки, взъерошенное исходящими из него отростками — дендритами. «Ствол»— аксон, длинное нервное волокно, растущее из тела клетки. На конце аксон ветвится — это «ветви» дерева, на которое похожа нервная клетка.

Аксон бывает и длинным и коротким. На некоторых нервных путях, соединяющих мозг человека с кончиками пальцев на ногах, только три нейрона, последовательно соединившись, образуют цепь нервной передачи. У них аксоны длиной больше метра! (Хотя сам нейрон, наделенный столь длинным «хвостом», меньше двух сотых сантиметра в поперечнике.) Но аксоны нейронов головного мозга обычно не длиннее сотых долей миллиметра.

Аксон — это тот проводник, по которому бежит нервный импульс. По веточкам на конце, которые входят в контакт с входными «клеммами» других нейронов, он передает возбуждение следующим членам нервной цепи. Место соединения аксона с дендритом, либо телом другого нейрона, называют синапсом.

Оболочка клетки, мы уже это знаем, постоянно «выкачивает» ионы натрия наружу, вон из клетки, и «накачивает» в протоплазму ионы калия *.

Уже сто лет, как известно, что протоплазма клетки заряжена отрицательно по отношению к окружающей клетку жидкости. По-видимому, активный и избирательный перенос ионов клеточной мембраной поддерживает электрическое напряжение на ее границах. В нервной клетке внутренний отрицательный потенциал равен приблизительно 70 милливольтам.

В некоторых клетках минус 80—90 милливольт. Но когда нейрон получает через свои «клеммы» от других нейронов электрические импульсы, они несколько понижают его внутренний электрический потенциал.

Дальше происходит вот что: «это снижение потенциала, — пишет Дин Вулдридж в книге «Механизм мозга», — распространяется на ближний участок основания аксона. Если деполяризация достигает достаточной величины, то аксон проявляет интересную, лишь ему свойственную особенность: происходит электрический «пробой» его

* Концентрация ионов натрия снаружи в десять раз выше, чем внутри аксона, а калия — наоборот: внутри аксона в тридцать раз больше, чем снаружи.

оболочки. Точнее говоря, уменьшение его внутреннего потенциала с 70 до 60 милливольт ведет к внезапному изменению проницаемости мембраны, отделяющей протоплазму аксона от окружающей жидкости».

Отворяется, как иногда говорят физиологи, натриевая «дверца», ионы натрия, которые толпились снаружи у клеточной оболочки, бессильные ее преодолеть, сразу устремляются внутрь аксона. Они заряжены положительно, и поэтому внутренний потенциал аксона в месте, где произошел «пробой», падает еще ниже: от минус 60 милливольт до некоторой положительной величины по отношению к замембранной территории *.

Положительный потенциал внутри клетки! — сразу же в соседнем участке аксона возникает новый «пробой». А за «пробоем» — перемещение ионов натрия внутрь аксона. Затем деполяризация этого участка, и новый третий «пробой» с ним по соседству. И так все дальше и дальше: вдоль по аксону бежит импульс деполяризации, или, как говорят, потенциал действия.

А в том месте, где только что был «пробой», разыгрываются уже другие события.

Натриевая «дверца», открывшись ненадолго, сейчас же закрывается, и открывается калиевая «дверца». Мембрана аксона быстро пропускает теперь сквозь себя ионы калия, которые торопливо выскакивают наружу и уносят с собой положительные заряды (ведь они, как и ионы натрия, тоже отмечены крестиками!). Сейчас же там, где открылась калиевая «дверца» и утекли плюсовые заряды, возникает номинальный отрицательный потенциал — минус 70 милливольт. И сейчас же снова в этой зоне аксона начинает действовать натриево-калиевый насос, а клеточная мембрана вновь устанавливает прежнюю сегрегацию ионов калия и натрия (обе «дверцы» захлопнулись!).

Все происходит за одну-две тысячные доли секунды, и, продолжает Вулдридж, «к тому моменту, когда участок аксона вновь приобретает способность к возбуждению, потенциал действия уже проходит расстояние, во много раз превышающее диаметр аксона, и находится слишком далеко, чтобы вызвать повторный заряд в восстановившей свою возбудимость протоплазме». Вот по-

* Например, до плюс 40 милливольт в гигантском, достигающем в толщину более миллиметра аксоне кальмара, в экспериментах над которым в основном и была изучена нервная клетка.

чему нервный импульс всегда бежит по аксону только в одну сторону: прочь от своего нейрона к другому нейрону.

Как только мембрана, одевающая основание аксона, захлопнет обе «дверцы», новый нервный импульс может отправиться с этого старта в путешествие по аксону.

Если сигналы, побуждающие нейрон к действию, очень сильные, «пробой» быстро нарушает преграду, разделяющую внутренние и наружные ионы. Поэтому и нервные импульсы быстро бегут друг за другом: иногда через каждую сотую секунды. Но когда сигналы слабые, требуется больше времени для преодоления ионами пограничных постов мембраны. Тогда и частота нервных импульсов невелика. У человека есть аксоны, по которым они мчатся со скоростью урагана: 100 метров в секунду! Но есть и другие: возбуждение проходит по ним не быстрее пешехода: 3—4 километра в час (метр в секунду).

Однако с какой бы скоростью и частотой ни распространялись импульсы по нерву, они приходят к финишу в отличной форме: такими же сильными, какими тронулись со старта. Даже если от старта до финиша расстояние в тысячу раз больше, чем диаметр проводника, то есть нервного волокна.

Вначале физиологи не могли понять, почему так невероятно «выносливы» эти электробегуны по нервам. Теперь мы знаем почему: ведь каждый «пробой» возбуждает импульс такой же силы, какой обладал породивший его самого импульс от предыдущего «пробоя». Таким образом, импульсы на всем пути своего продвижения бесконечное число раз заново возрождаются.

А энергию, необходимую для питания этой бесконечной регенерации, нервная клетка черпает, принудительно поддерживая (против норм осмотического давления) неравную концентрацию ионов натрия и калия по обе стороны своей оболочки.

Ионная сегрегация на границах атома жизни — вот, по-видимому, первичный источник энергии наших ощущений и чувств.

КАСАЮЩИЙСЯ СВЕТА КУСОЧЕК МОЗГА

Когда мы смотрим на что-нибудь, в глаза попадают лучи света. Они могут идти прямо от солнца или от лампы, но чаще — это отраженный свет. Поверхности пред-

метов неровные и отражают свет по-разному. Поэтому мы видим мир не однотонным и аморфным, а богатым красками и формами.

Наш глаз устроен как фотографическая камера. Еще в прошлом веке Гельмгольц доказал это. Но как световая энергия преобразуется глазом в энергию нервных импульсов?

Примерно так же, как на фотопленке: одно вещество, превращаясь под действием света в другое, возбуждает в нерве электрический импульс. Фотопленкой служит сетчатка — внутренняя оболочка глаза, сплошь усеянная светочувствительными клетками *, а веществом — преобразователем энергии — родопсин, или зрительный пурпур. Это белок опсин, соединенный с ретиненом. А ретинен — окисленный витамин А. Поэтому когда в пище мало витамина А, человек слепнет. Он плохо видит тогда главным образом в сумерках: это называют куриной слепотой. Дело в том, что родопсин содержат в себе палочки — воспринимающие свет клеточки в сетчатке глаза. Кроме них, есть еще и колбочки. Но они приспособились оповещать нас о красках зримого мира и реагируют, кроме цветных, преимущественно на лучи яркие, несущие много световой энергии. Палочки же функционируют в сумерках, ночью — в общем всегда, когда света мало. Так что, когда не хватает витамина А, в палочках — дефицит родопсина и глаз плохо видит в сумерках.

Установлено, что каждый фотон, поглощенный молекулой родопсина, возбуждает одну палочку. Но кванты света действуют на сетчатку глаза иначе, чем на хлорофилл в листьях растений. Они не производят здесь, по-видимому, никакой фотохимической работы, лишь включают «ток» в уже заряженных энергией нервных проводниках. Пусковой механизм действует не прямо на аксоны: сначала фотоны заставляют родопсин разделиться на ретинен и опсин; некоторые вещества, возникающие при этом превращении, возбуждают палочки. А те уже, возбудясь, через биохимические «клеммы» нейронов «включат свет» и в мозгу: от сетчатки по аксонам зри-

* На каждом квадратном миллиметре сетчатки человеческого глаза — 400 тысяч воспринимающих свет клеток (а всего 130 миллионов палочек и 7 миллионов колбочек). Почти столько же у кошки. А у совы даже в полтора раза больше — 680 тысяч. У других животных меньше: у кальмара — 162 тысячи, у осьминога — 64 тысячи, у карпа — 50 тысяч, а у паука — только 16 тысяч.

тельного нерва побегут электрические импульсы, частота которых в образах расскажет слепому мозгу о картинах мира, спроецированных на сетчатке.

Нескольких квантов света достаточно, чтобы сработала система передачи зрительных ощущений. Наш глаз видит едва не минимум световой энергии, почти самую малую, возможную во вселенной ее «расфасовку» — шесть-десять фотонов! Такая фантастическая чувствительность обеспечивается изумительно экономичным пусковым механизмом сетчатки, который приходит в действие, поглощая только квант света. Нужен лишь очень слабенький световой «щелчок», чтобы чуть толкнуть один электрон в молекулу ретинена, и тогда заработают калиевые и натриевые «дверцы» зрительных нейронов, и в мозг побежит поток информации.

Химическая формула ретинена такова, что боковая ветвь составляющих его атомов углерода содержит серию чередующихся двойных связей. В них все дело. «Я немного расскажу об этом, — говорит Р. Фейнман в своих лекциях по физике.— Двойная связь означает, что там есть дополнительный электрон, который легко сдвинуть вправо или влево. Когда свет ударяет по этой молекуле, то электрон каждой двойной связи на один шаг сдвигается. В результате переместятся электроны во всей цепи, подобно тому как упадут при толчке поставленные друг за другом костяшки домино, и, хотя каждый из них проходит очень небольшое расстояние, в целом получается такой же эффект, как будто электрон с одного конца перескочил на другой... А поскольку двигать электрон взад и вперед не так уж трудно, то ретинен очень сильно поглощает свет».

Но прежде чем все это случится, свет должен упасть на сетчатку. Ее клетки, преобразуя световую азбуку в код, понятный мозгу, сработают точно и воспроизведут в нашем сознании четкую картину увиденного в том случае, если оптическая система глаза наложит на сетчатку хорошо сфокусированное изображение предмета, который мы рассматриваем.

Свет фокусирует («загибает» его лучи в один центр), вначале роговица — прозрачная полусфера, образующая переднюю стенку глаза (когда мы спим, ее прикрывают веки).

Впрочем, форма роговицы не совсем сферическая. Природа, изобретая глаз, «продумала» все (почти все!)

до мелочей. «Сферическая линза, — говорит Р. Фейнман, — обладает известной оптической аберрацией. Наружная часть роговицы более «плоская», чем у сферы, причем как раз настолько, чтобы аберрация ее оказалась меньше, чем у линзы, которую мы поставили бы вместо нее!»

За роговицей — цветная радужина (черная, коричневая, голубая, серая — у каждого своя). В ней дырочка — зрачок. Радужина — это диафрагма: она, то сжимаясь и



уменьшая зрачок, то растягиваясь и увеличивая его, пропускает в глаз столько света, сколько нужно. Как в фотоаппарате: в сумерках — диафрагма маленькая, зрачок большой. При ярком солнце — диафрагма большая, зрачок маленький.

За радужиной лучи света попадают прямо в «объятия» хрусталика — двояковыпуклой линзы из органического вещества. Он их «загибает» к центру еще больше, чем роговица. Хрусталик, как луковица, сложен из разных слоев, и каждый его слой преломляет лучи под определенным углом: центральные слои сильнее, чем наружные. Поэтому он может позволить себе быть менее кривым, чем любая монотонно преломляющая линза на его месте.

Роль хрусталика двойная: просто фокусировка и аккомодация — установка зрения на разные дистанции. Каждый, кто хоть раз фотографировал, знает, что, снимая близкие и далекие предметы, фокус в аппарате постоянно приходится менять: то удалять, то приближать объектив к светочувствительной пленке. Точно так же устроены глаза каракатиц, кальмаров и осьминогов. Когда они смотрят вдаль, хрусталик «отъезжает» вперед. Когда рассматривают что-нибудь у себя под щупальцами, глазные мышцы тянут его назад — к сетчатке.

У нас и наших родичей, позвоночных животных, механика аккомодации другая: хрусталик не ползает взад-вперед, как объектив в фотокамере, но лишь сильнее сжимается в шарик либо растягивается в чечевицу и так меняет фокусное расстояние пронзающих его лучей.

Пройдя через хрусталик, лучи света попадают на сетчатку, а это, в сущности, частичка мозга. Сетчатка сплошь сложена из нейронов и световых рецепторов — палочек и колбочек. По непонятной причине она словно вывернута наизнанку: сверху, ближе к входу в глаз, лежат нервные клетки, а за ними рецепторы, так что свет должен вначале пройти через нечто непрозрачное, чтобы достичь цели — алчущих его палочек и колбочек. И это после того, как столько изобретательности было потрачено на создание совершеннейшей оптики на передней стенке глаза! «В общем, — сокрушается Фейнман, — некоторые вещи в устройстве глаза кажутся нам великолепными, а некоторые просто глупыми». Вот вам пример того, что не все в природе разумно и целесообразно.

Никакого глубокого смысла, никакой необходимости выворачивать сетчатку наизнанку не было. Это доказывает нам осьминог.

«Если,—пишет один ученый,—попросить зоолога указать наиболее поразительную черту в развитии животного мира, он назвал бы не глаз человека (конечно, это удивительный орган) и не глаз осьминога, а обратил бы внимание на то, что оба эти глаза, глаз человека и глаз осьминога, очень похожи».

Осьминожий глаз, по сути дела, ничем не отличается от человеческого. В нем есть и роговица, и веки, и радужина, и хрусталик, и две полости, заполненные прозрачной жидкостью. Есть и сетчатка. Все это — замечательный пример конвергенции, совпадения эволюции, когда у животных с разной судьбой и во всем далеких друг от друга развиваются похожие органы.

Конструируя глаз человека и осьминога, «природа дважды пришла к одному и тому же решению проблемы, но с одним небольшим улучшением»... у осьминога. Его сетчатка не вывернута наизнанку: в ней свет сначала падает на воспринимающие его рецепторы, а нервные клетки, занимающиеся вычислением и переводом оптической информации на универсальный язык мозга, лежат за ними и не наводят тень на фотоэлементы.

Ни один орган чувств не «думает» столько, как наши глаза: не делает никаких предварительных вычислений. Все «продумывание» полученных сигналов выполняют нервные клетки коры и подкорки. Но сетчатка — «этот кусочек мозга, который касается света внешнего мира»,— настолько «умна», что сама частично осмысливает отпечатанные на ней образы, комбинируя ощущения разных палочек и колбочек. Ведь ни одна из них не связана со зрительным нервом непосредственно: сначала сообщает о том, что «видит», другой клетке, а та — третьей. Сложно переплетенная сеть «горизонтальных» связей прерывает в сетчатке прямые пути в зрительный нерв и по нему в мозг.

ПОЧЕМУ ТАК ВИДИМ?

В самом деле, почему если закрыть один глаз, а другим смотреть прямо перед собой и в это время медленно отодвигать из поля зрения, скажем, палец, то в каком-то

месте он неожиданно исчезнет? «Известен,— говорит Р. Фейнман,— пока лишь один случай, когда из этого эффекта была извлечена реальная польза».

Один натуралист научил французского короля «отрубать» таким способом головы нудным министрам на утомительных заседаниях государственного совета и стал любимцем при дворе.

А дело все в слепом пятне, так называют место в сетчатке нашего глаза, в котором все зрительные нервы собираются в пучок и выходят в мозг. И так как их целый миллион, то пучок получается не маленький — 4 квадратных миллиметра в сечении. Здесь сетчатка не чувствует света, и поэтому изображения, попадающие на слепое пятно, исчезают из поля зрения, как головы министров веселого монарха.

В сетчатке есть еще одно хорошо известное пятно — желтое. В нем, наоборот, видимость наилучшая. Желтое пятно сплошь выстлано колбочками, чем дальше от него, тем больше в сетчатке попадается палочек. В центре поля зрения мы видим, следовательно, с помощью колбочек, о том же, что ближе к его краям, информируют нас в основном палочки. А так как палочки в миллион раз чувствительнее колбочек к слабому свету, получается, что в темноте мы лучше видим краем глаза, чем прямо перед собой. Краем глаза как бы ведется разведка, потому что всякий объект, попадая сбоку в поле зрения, сначала замечается краевыми клетками сетчатки. Потом уже, направив на него глаза, мы детально рассматриваем и анализируем его колбочками желтого пятна.

Поскольку палочки не различают цвета (это делают колбочки) на краю поля зрения, откуда лучи попадают на периферию сетчатки, наделенную лишь палочками, даже яркие предметы выглядят монотонно-серыми. Поэтому в сумерках мир теряет для нас свои яркие краски: ведь, когда света мало, мы видим с помощью одних только палочек, а они показывают нашему мозгу только черно-белое «кино».

По этой же причине все плохо освещенные предметы кажутся нам серыми, без красок. Даже многие «огнедышащие» звездные миры в телескопе серые, как предрассветный туман на болоте,— свет от них, пока миллиарды лет бежит до нас, теряет в пути так много энергии, что колбочки глаза не могут определить его цвет. Но он все-таки есть! Недавно американские астрономы получили

цветные снимки Кольцевидной и Крабовидной туманностей: первая из них изумительно синяя, с ярким красным ореолом, а вторая — голубая, с мраморным оранжевым рисунком.

Палочки сетчатки к синим лучам спектра более чувствительны, чем колбочки, но зато совсем не видят темно-красный цвет: он для них все равно что черный. Отсюда получается эффект Пуркинье: в сумерках синее кажется ярче красного, а днем, когда много света, красный цвет, бесспорно, ярче синего.

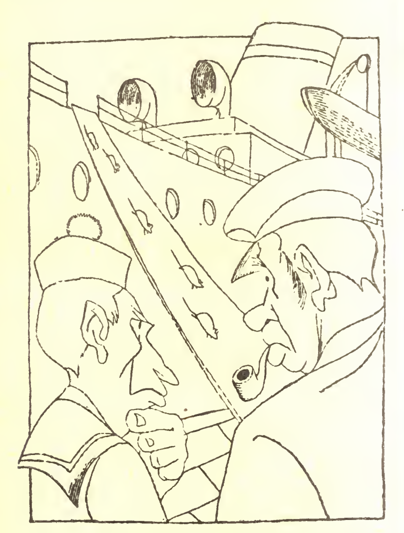
Предполагается, что цвет (и синий, и красный, и любой другой) мы видим так: есть три типа колбочек, каждый реагирует на электромагнитные колебания определенной частоты. Говоря иначе, одни колбочки поглощают преимущественно красные лучи, вторые — зеленые, третьи — синие. И поэтому, когда свет попадает в глаз, мозг исследует разную информацию, поступившую от колбочек, и решает, осмыслив ее, какого цвета лучи видит глаз.

Представление о всех других красках, которыми так богата природа, нашему сознанию дает возбуждение сразу нескольких типов колбочек. Например, если мы видим желтый цвет, значит одновременно и с равной частотой посылают в мозг сигналы и зеленые и красные колбочки. Если человеку не достались по наследству гены, от которых зависит развитие в сетчатке красных, синих или зеленых колбочек, то он будет дальтоником. Примерно 8 процентов мужчин и 0,5 процента женщин наделены от природы дефектами цветового зрения: мир для них частично или полностью лишен красок.

Они видят его примерно таким, каким предстает он перед глазами собаки: ведь многие звери (но не обезьяны), как предполагают, не видят красок. Но другие животные (птицы, рыбы, пресмыкающиеся, насекомые) отлично различают цвета. Правда, у многих насекомых видимый спектр по сравнению с нашим несколько смещен, так сказать, «вправо» — в ультрафиолетовую зону. Пчела, например, видит мир желто-зелено-сине-ультрафиолетовым. О красном она понятия не имеет. Почему же тогда садится на красные розы или маки? Потому что многие красные цветы (но не все) отражают ультрафиолетовые лучи, к которым глаза пчел очень чувствительны. Какого цвета эти лучи, мы не можем сказать, так как никогда их не видим. Глаз наш слеп к ним

с рождения. Только некоторые приборы доказывают, что ультрафиолетовые лучи действительно существуют.

Для пчел и белые цветы не белые! Почему? Потому, что не все они по-одинаковому отражают ультрафиолетовые лучи: одни больше, другие меньше. Значит, все белые цветы кажутся пчелам цветными. Но какими, мы не знаем.



ЖЕЛУДОЧНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ

Чтобы электронная машина выдала нам результат своих вычислений, необходимо всю поступающую в нее исходную информацию перевести на язык, понятный машине, то есть закодировать ее соответствующим образом. «Природа встречается с той же задачей, — говорит Д. Вулдридж, — и решает ее тем же способом. Подобно тому как конструктор вычислительной машины применяет различные входные устройства, посредством которых данные о давлении, температуре, химическом составе и других важных переменных преобразуются в определенные комбинации стандартных изменений электрического напряжения (включение — выключение), так и природа использует множество различных специализированных рецепторных нейронов, преобразующих давление, температуру, химический состав и т. п. в комбинации стандартных изменений потенциала (включение — выключение), так как это единственный язык, понятный для центральной нервной системы».

Самый тонкий механизм таких преобразований функционирует, бесспорно, в наших глазах. Все другие органы чувств устроены проще, и работа их не так сложна. Например, многие из осязательных рецепторов представляют собой лишь волосок, оплетенный тонкими веточками аксона. Всякое прикосновение к волоску вызывает растяжение этих веточек. А их деформация сейчас же порождает «пробой» в оболочке аксона и залп нервных импульсов.

Другие осязательные и болевые рецепторы тоже работают на сжатие — оно «включает» потенциал действия. Но обоняние и вкус — химические чувства: посылают разной частоты электрические сигналы при соприкосновении с определенными молекулами.

Эти два типа нейронов (осязательных и химических) очень широко использованы в конструкции чувствующих систем нашего организма. Мы даже слышим осязая! Ухо не улавливает непосредственно звуковые волны. Сначала они колеблют особую перепонку в улитке внутреннего уха: звуки разных тонов раскачивают разные ее участки. Вибрируя, они касаются нейронов, вытянувшихся в ряд один за другим вдоль этой перепонки, и те «стреляют» электрозалпами в мозг. «Общая картина

возникающих при этом стандартных нервных импульсов, распространяющихся по аксонам, и есть то, что мозг истолковывает как речь, симфонию или крик младенца».

У нас в каждом ухе около 24 тысяч нервных клеток, «осязающих» звук. Но у мотылька их всего две! И они отлично слышат эхолотирующие крики летучих мышей уже за 30 метров! Приемная мощность этих двух клеточек лишь в сто раз слабее, чем у нашего уха.

Кузнечик свои уши прячет в ножках. И в них, наверное, тоже всего несколько «чувствующих» звук клеток. Однако они слышат стрекотание мощностью всего лишь в пять стоквадрильонных ватта!

В общем, принцип оповещения мозга обо всем, что происходит вне его, един по всем каналам, по которым это оповещение поступает. Все пять наших органов чувств говорят на одном языке. И мы можем быть уверены: если откроют и шестое чувство, оно должно говорить на том же «электрическом» диалекте, потому что только он понятен мозгу.

Впрочем, наука, по существу, давно уже имеет дело с «шестыми чувствами». Они изучены у многих животных, и я подробно рассказывал о них в других своих книгах *. Разные это чувства: тут и поляроиды, и всякого рода эхолокаторы, и сонары, два разных сорта теплового зрения, вибрационное чувство и чувство времени, солнечная навигация и магнитная ориентация, ощущение напряженности электрического поля и электролокаторы.

У некоторых животных и растений обнаружены в разные фазы их жизни даже какие-то странные излучения. Возможно, прямые или побочные «продукты» неведомых нам органов чувств? Митогенетические ультрафиолетовые лучи растений известны давно. А треть века назад Георгий Лаговский, русский инженер, получивший во Франции орден Почетного легиона за технические исследования, развил целую теорию животного излучения широкого диапазона. Сначала она не нашла признания у биологов. А теперь в предисловии к последнему изданию его книги (1963 год) весьма авторитетные профессора пишут буквально следующее: «Каждый че-

---

* «Тропою легенд». Изд-во «Молодая гвардия», 1961 и 1965; «И у крокодила есть друзья». Изд-во «Молодая гвардия», 1964; «Куда и как?». Изд-во «Мысль», 1965.

ловек излучает радиоволны. Он живая радиостанция исключительно малой мощности. Стенки желудка испускают не только инфракрасные тепловые волны, но и полный спектр видимого света, ультрафиолетовые лучи, икс-лучи и радиоволны. Конечно, вся эта радиация фантастически слаба. Но пятидесятифутовая антенна Морской исследовательской лаборатории в Вашингтоне, наиболее чувствительная из существующих, смогла поймать радиосигналы нашего желудка более чем за четыре мили».

Пишут о еще более удивительном и невероятном: американские океанологи поймали будто бы в глубоководной впадине у Филиппин... радиоактивных рыб! Позади глаз у этих далеко не безопасных жителей мрачной бездны ярко светились большие органы, испускавшие, помимо обычных лучей, также и всепроникающие жесткие рентгеновы лучи. Рыб этих сейчас тщательно исследуют.

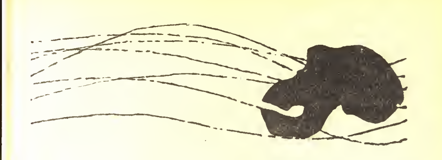
Такие открытия, возможно, воодушевят всех, кто верит в телепатию. Все-таки какие-то лучи, какое-то излучение — не они ли несут в сознание перципиентов предчувствия и чужие мысли через большие расстояния?

А так нуждается в чем-нибудь материальном эта новая область многообещающих исследований, сплошь пока составленная из анекдотов! Биологи не раз уже убеждались, что в живой природе так или иначе осуществляются почти все физически возможные системы. Лишь то, что противоречит законам неживой материи, немыслимо и в материи живой. Поэтому и телепатия, и «пальцевидение», и всякие другие модные в последнее время человеческие странности лишь в той мере реальны, в какой соответствуют они физике. То, что с ее точки зрения невозможно, не существует.

ГЛАВА VI

Чем люди думают





«СПИННОЙ МОЗГ, ПОКРЫТЫЙ ШИШКАМИ»

Так, говорит Вулдридж, один студент ответил на вопрос, что такое головной мозг.

Неизвестно, каким баллом оценили знания юноши, но в остроумии ему отказать нельзя.

В самом деле. Мозг головной — продолжение и расширение спинного. Его верхнего конца, если речь идет о человеке. (Если о любом четвероногом, тогда переднего.) Экономная природа была поставлена здесь перед задачей: вместить как можно больше мозгового вещества в пространство, весьма ограниченное. Наверное, отсюда это причудливое нагромождение всякого рода складок и шишек. Каждая мельчайшая складочка и шишечка получила свое название. Хороший анатом и физиолог ориентируется в них, как старожил в родном городе. Чтобы не заблудиться в этом «городе» и в дальнейшем ясно представлять, о чем идет речь, несколько главных его «районов» и даже «улиц» постарайтесь запомнить.

Ствол. Все, что останется от мозга, если снять полушария и мозжечок. Это, так сказать, Старо Място*

* Старо Място — старый город — старые районы Варшавы и Праги, вокруг которых разрослись в дальнейшем города.

в нашем «городе». Самая древняя часть мозга. Эволюция почти не затронула его. Этого не скажешь о «новых кварталах» — полушариях. Не один десяток моделей сделала природа, прежде чем достигла совершенства: сотворила полушария человеческого мозга.

«Новые кварталы» здесь так обширны, что старых за ними и не видно. Собственно, разрослась главным образом «новостройка» самых последних этапов эволюции, так называемая кора мозга. В ней вся сложность и все богатство духовной жизни человека. Познание окружающего мира, душевные переживания, любовь, совесть, отвага, успехи науки, искусства и политики — это все результаты работы слаженного и точного механизма, именуемого корой человеческого мозга.

Если помните, задача стояла сложная — вместить большее в меньшее. И если, начиная «строить», природа проявила неуемную щедрость и отвела под ствол и древние отделы полушарий большую часть черепа, то, когда дело дошло до коры, стало ясно, что она слегка просчиталась. Места оставалось мало, а сделать нужно было едва ли не больше того, что уже сделано. Пришлось ухищряться. Лепить, надстраивать, ужимать, собирать в складки.

Складки коры анатомы назвали извилинами, а щели между ними — бороздами. Создание борозд и извилин было остроумным выходом из положения. Во всяком случае, таким способом природе удалось в очень малом пространстве разместить 15 миллиардов нервных клеток — основную «рабочую силу» коры. Кстати, около 70 процентов всей поверхности коры (а она равна 2500 квадратным сантиметрам) спрятано в глубине борозд.

В головном мозгу два полушария. Они отделены друг от друга продольной бороздой. Это, можно сказать, майн-стрит — главная улица мозга. Она рассекает его вдоль. А поперек мозг делит центральная борозда. Точнее, каждая из центральных борозд — их две — рассекает пополам свое полушарие. Так как полушария симметричны, то построены они по одному плану. И все борозды, извилины и доли существуют в двойном наборе. Только «постройки», скажем, левого полушария — зеркальное отображение «построек» правого. Перед центральной бороздой лежит двухсантиметровая полоска мозга, которую назвали прецентральной извилиной.

А такую же складочку позади борозды — извилиной постцентральной. Вот, пожалуй, и все «улицы» полушарий, которые нужно знать для первого раза. Дальше нам предстоит знакомиться еще с некоторыми их «микрорайонами». Но, запомнив эти ориентиры, вы не заблудитесь.

Теперь, когда центральный план «города» нам ясен (ствол, полушария, мозжечок — основные подразделения мозга), мы можем познакомиться с каждым «районом» в отдельности.

О мозжечке много говорить не будем. Скажем только, что это координационный центр всех сложных движений. Впрочем, это давно всем известно.

Продолжим разговор о полушариях. А точнее — о коре. Во-первых, это важно сделать, пока вы еще не забыли того, что о ней было сказано на предыдущей странице. И во-вторых, начинать изучение головного мозга с коры — своего рода традиция. Возможно, потому, что кора самая доступная, а оттого и лучше изученная часть мозга.

Цвет у нее серый. Этим она обязана телам 15 миллиардов нервных клеток, из которых состоит.

Все 15 миллиардов природа собрала в пленку, толщина которой не превышает 3 миллиметров. Но и эти 3 миллиметра она умудрилась расслоить, а среди нейронов установила строгое разделение труда. Самый интересный из слоев коры — пятый (а всего их в коре шесть). Он состоит из громадных, по 130 микрон* в диаметре, клеток, которые похожи на пирамиды с отростками. Эти нейроны так и назвали — гигантские пирамидные клетки, или гигантские клетки Беца, по фамилии ученого, который первым их описал. Длинные аксоны этих клеток собираются в пучки и уходят в ствол и спинной мозг. По ним от коры бегут двигательные команды ко всем мышцам. Поэтому гигантские пирамидные клетки называют двигательными нейронами, и их больше всего в участках коры, которые заведуют движениями тела.

А там, куда поступают сигналы от органов чувств, лучше всего развиты третий и четвертый слои. Третий сложен тоже из пирамидных клеток (но разносортных),

---

* Диаметр обычных нейронов головного мозга не превышает 4—6 микрон.

а четвертый — из зерновидных. Нейроны этих слоев называют чувствительными.

Три других слоя в основном контактные, или промежуточные: через них налаживается «взаимопонимание» между клетками разных участков коры.

Под тремя миллиметрами серого вещества лежит белое. Из этих двух материалов выполнены все отделы головного мозга. Располагаются они в мозгу в разных комбинациях и сочетаниях. Но значение каждого из них от этого не меняется. Серое вещество, как мы теперь знаем, — скопление нейронов *. Белое — только аксоны, собранные в пучки. Это своего рода кабели, через которые разные части мозга обмениваются информацией. Какую же информацию получают и рассылают нейроны коры? Одинакова ли она в разных ее участках?

Гитциг и Фрич были первыми, кому в 1870 году кора дала на эти вопросы четкий ответ. Правда, «вопросы» задавались в не очень деликатной форме. Кору раздражали электрическим током. Но цель оправдала средства. Результаты поразили всех. «Залп» импульсов, посланный в один участок, шевельнул хвост (поскольку кора принадлежала собаке). Импульсы, адресованные другим ее участкам, заставили согнуться лапу, дернули веко... Значит, решили ученые, в коре есть центры, которые командуют всеми движениями тела. Так и оказалось.

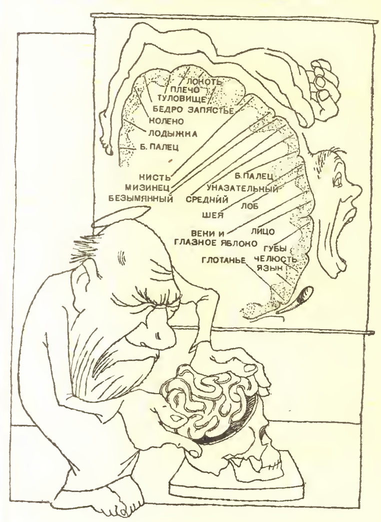
Позднее такая же двигательная зона была обнаружена и в коре человека, в прецентральной извилине. Командные пункты природа расположила в определенном порядке. Точки, управляющие движением пальцев ног, лодыжки, колена, бедра, туловища, плеча, локтя, запястья, следуют друг за другом, строго по очереди.

На поверхности мозга на прецентральную извилину можно спроецировать все тело. Полученная картина, ее назвали «гомункулюсом» («маленьким человечком»), даст очень наглядное представление о том, какая часть прецентральной извилины за какое движение отвечает.

---

* Если говорить более точно, нейроны — главиая составиая часть серого вещества и основная его «рабочая» сила. Одиако, кроме нейронов, серое вещество состоит из сети мелких кровеносных сосудов и клеток, выполияющих различные вспомогательные функции, например поддержаиие определенной химической среды, необходимой для иормальной работы нейроиов.

«Человечек» будет перевернут вверх ногами. У него огромная голова, непомерно большой рот, громадная кисть и малюсенькое туловище. Такая диспропорция произошла оттого, что, распределяя участки мозга, ответственные за движения разных частей тела, природа учитывала сложность управления их мышцами. Движения туловища просты. И в коре участок, отвечающий за



них, невелик. Чуть побольше нейронов отведено для управления ногами. Но зато кисть, пальцы и рот «занимают» едва ли не две трети всей извилины. И это понятно. Вспомните, какие сложные и тонкие движения им доступны *.

Полушария симметричны, и, следовательно, у «гомункулюса», скажем правого полушария, есть зеркальный антипод в левом. Каждый из них управляет движениями противоположной половины тела: левый «гомункулюс» — правым боком, а правый — левым.

У «маленького человечка» прецентральной извилины есть двойник в извилине постцентральной. Но он не «двигательный», а чувствительный. В буквальном смысле. В него приходят сигналы от всех осязательных рецепторов кожи. Чувствительный «гомункулюс» лежит строго параллельно двигательному. И если он «почувствует», скажем, укол в мизинец левой руки, то сразу же сообщит об этом двигательному «гомункулюсу», тем его нейронам, которые приводят в движение мизинец левой руки. И они отдадут приказ мышцам: отдернуть мизинец от иголки.

Так как по-латыни чувство — sens, то постцентральную извилину назвали сенсорной, то есть чувствительной, точнее — зоной кожной чувствительности.

Если прогуляться по соседним «кварталам» мозга, можно найти еще несколько сенсорных зон. У всех органов чувств есть в коре свои посольства. В затылочной доле — посольство зрительных нервов. Ее так и называют — зрительная сенсорная зона. В центре височной коры — представительство слуха. А вкус и обоняние, как недавно выяснилось, присылают своих «послов» тоже в височную долю, только поближе к сильвиевой борозде, которая отделяет височную долю от остального полушария.

Значит, без коры нам ни шагу ступить, ни слова молвить? Так? Не совсем так. И даже совсем не так. Собака, например, без коры может жить год. Будет стоять, ходить, лаять. Отдергивать лапу, если ее уколют. Глотать мясо, если его вложат в рот. Правда, «сознатель-

* Интересно, что в коре мозга свиньи первенство держит область, соответствующая рылу, а у лошади храп, вернее кожа, окружающая ноздри, «занимает» в коре столько же места, сколько все остальное тело.



Клетка, перед которой стоит снять шляпу! Она осуществила первое в мире разделение труда. Все клетки губок напоминают амеб, только воротничковые изменили свой вид и обзавелись жгутиками, чтобы лучше загонять воду в губку.



Морская минога.



Ее круглый беззубый рот. Примерно так, наверное, выглядели бесчелюстные перворыбы.



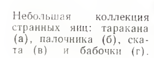
И так тоже — ископаемый цефаласпис, панцирная бесчелюстная рыба, вымерший кузен миноги.



Все живое из яйца. Наиболее очевидное доказательство этой истины: цыпленок за день до вылупления.

а





Небольшая коллекция странных яиц: таракана (а), палочника (б), ската (в) и бабочки (г).

б



в



г

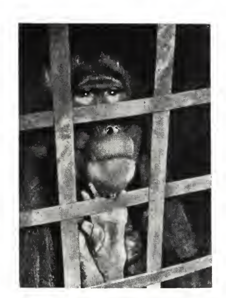


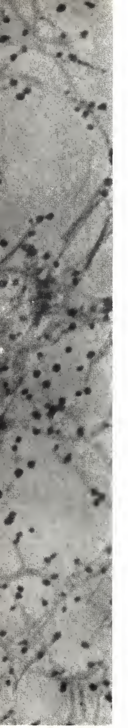


Медузы рождаются не из яиц: отпочковываются от полипов. Но полипы вырастают из яиц, брошенных в море медузами. Чередуясь, как бабочка и гусеница, и те и другие продолжают род кишечнополостных созданий.



Наши кровные
родственники.



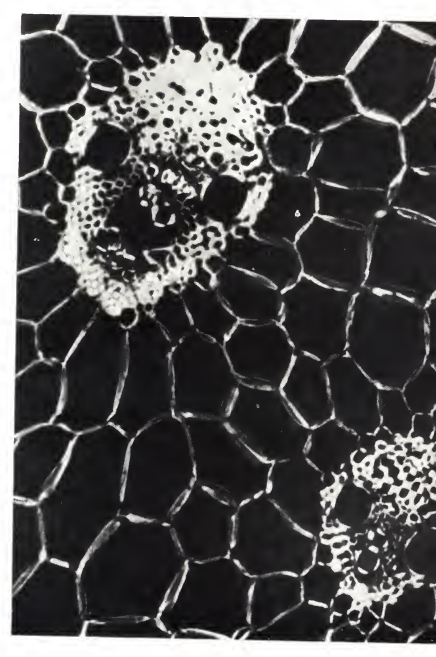


а



б

Вот они, живые яды, — вирусы: а) табачной мозаики (увеличены в 30 тысяч раз), б) полиомиелита.



Клетки стебля кукурузы (увеличены в 180 раз).

Начало всех дел человеческих, первый шаг в мир: деление оплодотворенного яйца.

Спустя десять часов — второй шаг, второе деление.



4 месяца! Длина 10 сантиметров, вес 50 граммов. Прозрачная «фата», через которую смотрит на нас человек, — внутренняя мембрана зародышевого мешка. Она наполнена околоплодными водами, и человек парит в них, привязанный лишь пуповиной, как космонавт в космосе.



В пять месяцев человек уже умеет сосать палец.

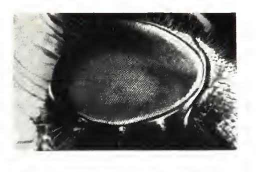


Перед стартом в мир: повернулся головой вниз!



Сиамские близнецы Чан и Ин.

Глаза, которыми смотрят муха, крокодил, человек и пчела.











Антенна, но не радара, а жука (увеличена в 36 раз).

Эритроциты лягушки (внизу) и человека (увеличены в 2 тысячи раз). У нас их столько, что, разложив все в ряд, можем дотянуться ими до Луны.

Складки тонкого кишечника, в ворсиночных джунглях которого идет третье пищеварение

Очень старая драма: паук и муха

но» искать это мясо, прятаться от врагов и отзываться на кличку не будет.

У человека тоже без особой опасности для жизни можно удалить, например, прецентральную извилину. (Разумеется, на людях специально подобных опытов не ставят, но иногда при всяких мозговых повреждениях хирурги вынуждены это делать.)

Так вот о человеке с удаленной прецентральной извилиной. Он не умирает. У него только перестают получаться сложные и тонкие движения. Но грубые остаются. А все потому, что осторожная природа, не доверяя коре, отделу новому и еще недостаточно испытанному, сосредоточила управление всеми жизненно важными функциями в стволе. Здесь центры дыхания, глотания, регуляции сердца... А кора только помогает стволу выполнять все это более тонко и точно. Но главным образом 15 миллиардов ее нервных клеток природа предназначила для того «увлекательного занятия», которое мы называем высшей интеллектуальной деятельностью.

Мышление, речь, память, сложные переживания — вот, пожалуй, основные аспекты этого «увлекательного занятия».

Сознание — самое таинственное свойство человеческого мозга — еще недавно казалось чем-то нефизическим, лежащим за пределами понимания и не поддающимся количественному исследованию.

Но вот в последние годы биологи и медики, вооружившись физикой, математикой и химией, попытались опровергнуть это убеждение. И довольно успешно. Выяснилось, что мозг работает в полном соответствии с физическими законами природы. А в основе «высших интеллектуальных процессов» лежат какие-то физико-химические превращения.

Математики и физики, добросовестно изучив лучшие книги о мозге, смоделировали некоторые из этих интеллектуальных процессов — элементарное мышление и эмоции. Окрыленные успехами, они обещают вскоре построить робота с электронным мозгом и нервами, но с «человеческим» сознанием, чувствами и разумом. И это не фантастика: достижения последних лет привели «к признанию самого сознания естественным феноменом, при описании и исследовании которого применима система законов и методов естественных наук».

БЕРЕГИТЕ ЛЕВОЕ ПОЛУШАРИЕ!

Тридцать лет назад доктор Пенфилд отказался бы делать эту операцию. У пациента была поражена центральная часть левого полушария. Удалить ее — значило лишить больного речи. Во всяком случае, серьезно нарушить ее. Тогда в этом были убеждены все нейрохирурги.

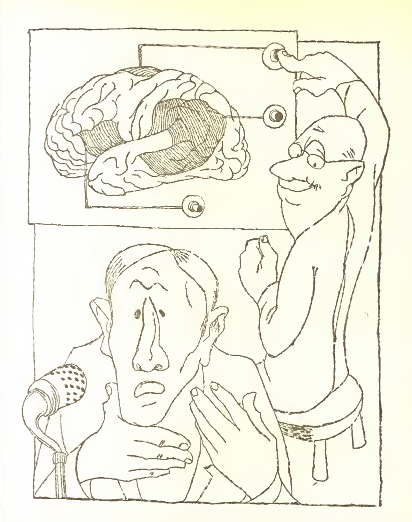
Еще в шестидесятых годах прошлого века французский хирург Поль Брока доказал, что речь контролируется определенным участком коры. Участок этот, по его мнению, лежит на боковой поверхности правого полушария у левшей и левого — у правшей *. Брока был известный авторитет. И этот отдел мозга, отведенный им под центры речи, стал для нейрохирургов табу. Между тем больные с поражениями «запретной зоны» продолжали обращаться к врачам. Многие из них вполне толково и обстоятельно могли рассказать о симптомах своего недуга. Речь их нисколько не пострадала от него.

Такие пациенты были и у доктора Пенфилда, руководителя неврологического института в Монреале. Наблюдая за ними, он решил, что Брока ошибся, наложив табу на столь обширную территорию: по-видимому, центры, управляющие речью, занимают в коре гораздо меньше места. Выяснение их точной локализации заняло у Пенфилда и его сотрудников последующие тридцать лет.

Они выбрали метод электрического раздражения. Электрод (обычно это золотая или платиновая проволочка) погружают в мозг. В участок, который исследуют. И пропускают электрический ток. А больной при этом спокойно рассказывает врачу о своих ощущениях. Потому что боли он не чувствует: в мозгу нет болевых рецепторов.

Итак, больной рассказывает врачу о своих ощущениях. Раздражение зрительной коры вызывает у него примерно то состояние, о котором говорят: «Искры из

* Несколькими страницами раньше мы говорили, что полушария симметричны. Это не совсем так. Одно из полушарий всегда немного больше второго — доминирует над ним. Какое доминирует, зависит от того, правша его обладатель или левша. У правшей — больше левое, а у левшей — правое.



глаз посыпались». При раздражении слуховой коры у него шумит в ушах. А «укол» током в речевые центры должен как-то нарушить речь, по аналогии предположил Пенфилд.

Начались поиски этих центров. Вернее, их точных границ.

Прецентральная извилина отпала сразу. Конечно, можно лишить пациента речи, раздражая «губы», «язык» и «гортань» двигательного «гомункулюса». Боль-

ной не сумел бы тогда говорить только потому, что перестали бы повиноваться мышцы его губ, языка и гортани.

Пенфилда же интересовало управление мыслительными процессами, лежащими в основе речи.

Электрон введен в височную долю.

— Как вы себя чувствуете? — спрашивает врач больного.

— Хорошо.

— Сможете ответить на несколько вопросов?

— Попробую.

На экране перед пациентом появляется рисунок.

— Что здесь нарисовано?

— Это...

В ту же миниту ассистент включает ток. Больной сразу замолкает, словно электрозалп начисто выбил из его головы знакомое слово.

— Так что же здесь изображено?

Больной подыскивает слова.

— Вы понимаете вопрос?

— Да.

— Вам знаком этот предмет?

— Еще бы! Это... Это то, на что надевают ботинок...

Ассистент выключает ток.

— Нога, — сразу же добавляет больной.

Электрод передвигают на несколько миллиметров выше.

— Теперь посчитайте до двадцати.

— Один, два, три...

Снова «залп» по коре. И сразу же больной сбивается со счета.

— ...десять, шесть, пятнадцать...

Ток выключили.

— ...шестнадцать, семнадцать, восемнадцать, девятнадцать, двадцать.

И так исследование за исследованием. Тридцать лет.

Три отдела, ответственных за речь, нашел в коре Пенфилд. Раздражение любой точки любого из этих участков вызывает афазию — такое расстройство речи, когда мышцы языка, губ, гортани повинуются человеку, а говорить нормально он не может: нарушается мышление.

Все три области — в левом полушарии. Независимо от того, правша его обладатель или левша. И все три дублируют друг друга.

Ученые, занимающиеся надежностью (проблема номер один в технике!), только недавно сформулировали основные условия, которые ее обеспечивают. Дублирование — едва ли не самое главное из них. А природа учла это миллионы лет назад. Продублировала многие важные органы животных и человека. Для надежной «работы» речи не поскупилась даже на двойной дубль. Поэтому при поражении одной из речевых зон афазия часто не наступает: ведь остались две другие.

Однако не все в этой троице равны по значению. Височная область самая важная. Если ее вывести из строя, обе оставшиеся часто не справляются с задачей. Она же одна может работать за двоих.

Но и дублирования природе показалось мало. Поэтому она сделала кору пластичной: при повреждении специализированных ее участков их работу начинает выполнять соседний, неспециализированный кусочек мозга. Правда, это касается только тех отделов, которые отвечают за интеллект. Пенфилд нашел, например, что у некоторых его пациентов речью управляло даже правое полушарие. Из расспросов выяснилось, что у них в раннем детстве левая половина мозга была серьезно повреждена. И пластичная кора передала бразды правления правому полушарию. Но «обучаться» этому она может лишь в юном возрасте. У взрослых людей такая способность утрачена навсегда.

ЕСЛИ ХОЧЕШЬ ПОБЫВАТЬ В ДЕТСТВЕ...

Установив точную локализацию речевых центров, ученые попытались найти в мозгу центры памяти.

Целая серия остроумных исследований в этом направлении была предпринята вскоре после того, как Пенфилд открыл следующий интересный феномен.

Когда раздражали электричеством нижнюю часть височной коры, больного (эта часть мозга была у него поражена) вдруг начали одолевать воспоминания. Не о том, что когда-то на него произвело впечатление. Вспомнились события незначительные. Но настолько ясно и реально, что слово «воспоминание» даже не подходило для такого состояния. Скорее человек заново переживал их. Один пациент, магистр наук, увидел себя

учеником, не вызубрившим к уроку какой-то латинский стих. Он так волновался, так пытался вспомнить его, словно именно сейчас, сию минуту, должен держать ответ перед строгим учителем.

По словам Пенфилда, «это... напоминает демонстрацию киноленты, на которой как бы запечатлено все, что человек некогда осознавал, на что он обратил внимание в тот промежуток времени. Время в этом «фильме» никогда не останавливается, не поворачивается вспять и не перескакивает на другие периоды».

Такое развертывание шаг за шагом всех событий прошлого идет до тех пор, пока кору раздражают. Раздражение прекратилось — «фильм» оборвался. Можно заставить больного снова увидеть те же «кадры», возобновив раздражение в той же или соседней точке коры.

Самое интересное, что, радуясь и огорчаясь из-за давно минувших событий, больной ни на минуту не забывает о реальной обстановке. Он сознает, что находится в операционной и все, что его волнует, лишь воспоминания. Он верно отвечает на вопросы и все понимает. Он живет сразу в двух мирах.

Открыв этот удивительный феномен, ученые решили было, что центр памяти находится в коре одной из височных долей. Однако ее удаление не вызывало нарушений памяти. Возможно, природа и здесь применила принцип дублирования: второе полушарие брало на себя функции поврежденного. Правда, и когда у больных были оперированы обе височные доли, кое-что в их памяти все же осталось. По аналогии с речевыми центрами можно было подумать, что здесь вступала в свои законные права пластичность мозга: работу центра памяти начинали выполнять соседние участки коры. Однако опубликованные вскоре исследования на животных поставили под сомнение вопрос о том, кора ли склад памяти.

Декортицированное животное (все связи коры со стволом у него перерезаны) неплохо еще поддавалось дрессировке. Никакое обучение невозможно, если мозг ничего не запоминает. В декортированной коре память сохраняться не могла. Значит, в стволе? Все оказалось сложнее...

Джесси была умница. После тридцати пяти уроков она запомнила, что дверцу с квадратом лучше не откры-

вать: за ней что-то неприятно щелкало по носу. Отворять надо дверцу с кругом — сразу получишь мясо Как только она усвоила это, люди стали проделывать с ней непонятное. Сначала они завязали ей левый глаз. И снова стали учить различать дверцы. Только теперь на одной был крест, а на другой круг. Джесси усвоила и это. Потом повязку поменяли: наложили ее теперь на «обученный» глаз, и различать дверцы заставили глазом «необученным». Джесси решила эту задачу сразу, хотя и не понимала, для чего нужна повязка.

Дальше пошли и вовсе неприятные вещи. Джесси перерезали зрительную хиазму. Хиазма — значит перекрест. У позвоночных животных и у человека зрительные нервы не идут прямо в мозг, каждый в свою половину. Сначала пучки аксонов обоих глаз сходятся вместе и частично перекрещиваются. Поэтому в затылочную долю, скажем, левого полушария приходят волокна не только левого, но частично и правого зрительного нерва. Соответствующая картина и в правом полушарии. Джесси перерезали хиазму так, чтобы этого перемешивания волокон не было: в левое полушарие поступала теперь информация от левого глаза, в правое — только от правого

После операции Джесси стала плохо видеть. Однако различать фигуры «необученным» глазом могла не хуже, чем раньше. Джесси была обыкновенная кошка и потому не знала, что ученые Калифорнийского технологического института решили с ее помощью выяснить, где хранится память.

Они рассуждали так.

Кошка легко запоминает фигуры. В этом заслуга зрительной коры. Не будь ее, животное отличало бы только тьму от света. Кора же помогает разобраться в тонкостях. Обучение возможно потому, что мозг запоминает и анализирует удачный и неудачный опыт. Логично предположить, что память хранится там же, где идет осмысливание увиденного, в коре. Если так, то в опытах с «обучением» одного глаза после перерезки хиазмы вся зрительная информация должна поступать только в одно полушарие. (Скажем, если «обучен» левый глаз, то в левое.) Тогда «необученным» глазом животное не решит задачу.

Однако Джесси, если вы помните, хорошо справилась с ней и после перерезки хиазмы.



Значит, в ее мозгу сигналы от «обученного» глаза как-то передавались «необученному».

Таким «перевалочным пунктом» мог быть ствол (в него приходит информация от обоих полушарий) либо сама кора: ведь оба ее полушария соединены мощным кабелем — мозолистым телом. В нем 300 миллионов нервных волокон. Вполне возможно, часть из них служит проводниками, по которым бегут сообщения от

«необученного» полушария» к «складу» памяти и обратно.

Чтобы выяснить, так ли это, Джесси подвергли еще одной неприятной процедуре. Перерезали мозолистое тело. И тут кошку словно подменили. Она по-прежнему быстро и легко различала фигуры одним глазом. Но когда «обученный» глаз завязывали, вела себя так, словно столкнулась с задачей впервые. Никакого переноса навыка с одного глаза на другой не происходило.

Значит, память хранится в коре, и именно в той половине мозга, куда поступает информация. Одновременно в противоположном полушарии волокна мозолистого тела отпечатывают «копию» следа. Копирование происходит в момент обучения. Так что в неоперированном мозгу всегда двойной набор идентичных «отпечатков».

Вот к таким выводам пришли ученые после этих и других сложных опытов (разумеется, помогла им не одна только Джесси).

И вскоре сами же себя опровергли.

На этот раз ради науки мучили обезьяну. У нее тоже раздвоили мозг, перерезав мозолистое тело, и стали дрессировать. Только задача здесь была посложнее. Сначала ее научили различать круг и крест. Потом, когда показывали крест, она должна была тянуть за шершавый рычаг, а увидев круг, — за гладкий. Вся сложность-то вот в чем: экспериментаторы сделали так, что обезьяна могла тянуть за рычаг только рукой, которая управлялась полушарием, не получившим зрительной информации.

Фигуры «распознавало» одно полушарие, а рычаги — другое. Прямая связь между ними была нарушена, «склад» зрительных следов не сообщался со «складом» осязательным (через мозолистое тело коры). И все-таки животное справлялось с задачей: каждый раз тянуло за нужный рычаг. Роль координатора памяти выполнял, вероятно, ствол.

Итак, специального центра памяти, кажется, нет. По крайней мере, его до сих пор не нашли. Полагают, что следы прошлых событий хранятся в разных отделах мозга: более простые — в стволе, более сложные — в коре. Вполне возможно, что зрительные впечатления записывают оптические центры коры, звуковые — слуховые и так далее.

По-видимому, в мозгу существуют и какие-то механизмы, которые обеспечивают временну́ю синхронизацию зрительных, слуховых и других воспоминаний.

СКОЛЬКО БИТОВ В МОЗГУ?

Открытие феномена Пенфилда и известные науке случаи исключительной памяти *, видимо, доказывают, что все впечатления, которые мы получаем, полностью сохраняются в нашей памяти. (Хотя сознание обычно имеет дело лишь с небольшой их частью.)

Какова же тогда информационная емкость запоминающего устройства мозга?

И поскольку сейчас нам потребуется терминология теории информации, придется совершить экскурс в самые начальные ее пределы.

В последние годы работу мозга все чаще сравнивают с работой электронно-вычислительных машин. О машинах таких вы знаете. Они играют в шашки, решают сложные шахматные и другие логические задачи. Чтобы решить задачу, нужно, как известно, уяснить себе ее условия. Поэтому, прежде чем ввести в машину эти условия, их кодируют, то есть переводят в условную, «понятную» машине форму — код. Чаще всего пользуются двоичным кодом, то есть при решении, например, логической задачи у машины два выбора: «верно» — «неверно», «да» — «нет».

Электронно-вычислительная машина состоит из колоссального числа двухпозиционных переключателей. Они соединены друг с другом в определенном порядке. И схему их соединения определяет тот тип задач, который ей под силу. Двухпозиционный переключатель, как это и следует из названия, срабатывает только в двух направлениях. Или он, переработав определенным образом, пропускает электрический импульс к следующему переключателю (это равнозначно решению «верно», «да»), или не пропускает, если тот не «подходит» для

* Известен случай, когда шестидесятилетний каменщик описал (под гипнозом) все неровности кирпичей, из которых когда-то в молодости выложил стену. Описание это проверили: оно соответствовало действительности.

него («неверно», «нет»). Не получивший визы на вход импульс бежит к другому переключателю и так в лабиринте схем отыскивает верный путь.

Значит, по существу, сложную логическую задачу машина разбивает на множество элементарных действий, при решении которых однозначного ответа «да» или «нет» достаточно, чтобы продолжить поиск в нужном направлении. Ведь и мы поступаем так же, решая сложную математическую задачу.

Полагают, что на подобном принципе основана и работа мозга. А роль двухпозиционных переключателей в нем играют нейроны. Одни сигналы, на которые настроены, они пропускают, другие «запирают» или пускают в обход, образуя новые логические цепи.

Ежесекундно мозг наш получает сверхогромную информацию о событиях, происходящих внутри и вне организма. Причем вся эта информация, какого бы рода она ни была — боль ли это в желудке или сообщение о запуске ракеты на Луну, — передается в мозг в одной и той же форме: в виде электрических импульсов.

Объем информации, которую может «переработать» какое-нибудь счетное устройство, или, как говорят кибернетики, информационную емкость его, выражают в битах. Один бит равен количеству двоичных единиц, или двухпозиционных переключений (типа «да» — «нет») в секунду.

Так, если нервное волокно способно передать 100 импульсов в секунду, это значит, что в секунду оно передает 100 двоичных единиц информации (100 импульсов и 100 пауз). Пользуясь терминологией кибернетиков, мы сказали бы: информационная емкость его равна 100 битам.

Вот теперь мы можем вернуться к вопросу, поставленному несколькими страницами раньше. Если мозг наш полностью сохраняет впечатления, какова же тогда информационная емкость его запоминающего устройства?

Джон фон Нейман в книге «Вычислительная машина и мозг» пишет, что она должна быть равна в таком случае 280 000 000 000 000 000 000 битов. Двумстам восьмидесяти квинтильонам! Для записи одного бита нужен один двухпозиционный переключатель. Роль переключателей в мозгу играют нейроны. Предполагая, что 10 миллиардов из них принимают участие в сохра-

нении памяти, получим, что на каждый нейрон приходится объем информации, эквивалентный приблизительно 30 миллиардам битов!

По мнению Вулдриджа, однако, вычисления эти сильно завышены. Наверное, далеко не все из того, что происходило с нами, запечатлевается в мозгу, считает он.

Несмотря на то, что пациенты Пенфилда очень отчетливо и реально видели себя в прошлом, вряд ли картины эти воспроизводились в их мозгу с фотографической точностью.

Пенфилд сам писал о таких больных: «Здесь отсутствуют ощущения, которых он не замечал, разговоры, к которым не прислушивался».

«Вероятно, в памяти, — говорит Вулдридж, — регистрируется лишь небольшая доля переживаемых нами событий, и даже в тех событиях, которые действительно помним, мы выделяем и фиксируем лишь ничтожную часть первоначальных сенсорных данных».

А вот косвенные доказательства правоты этой точки зрения.

Обыкновенный тест на внимание. Вам показывают десятка два предметов, потом их убирают и просят назвать все, что вы только что видели. Человек средних способностей может сразу запомнить и описать не больше 5—10 предметов.

Ученые, имеющие дело с вычислительными машинами, называют эти предметы информационными объектами. Каждый такой объект заключает в себе приблизительно 15 битов информации. Стало быть, общая информация, с которой человек одновременно может иметь дело: 75—150 битов.

Такие же психологические опыты показали, что количество информации, которое мозг способен воспринимать не бессознательно, а сохраняя хотя бы недолго в памяти, при самых оптимальных условиях равно 25 битам в секунду.

Произведя дальнейшие расчеты с этой реальной величиной, регистрирующей работы мозга, получим, что нормальная, «битовая» емкость памяти должна равняться 50 миллиардам битов. А это соответствует 5 битам или двухпозиционным переключателям на нейрон.

Вместо 30 миллиардов у Неймана!

ГДЕ ЖИВЕТ НАША ПАМЯТЬ?

Теперь о механизмах образования самой памяти.

Некоторые ученые считают, что в этом «виноваты» какие-то физико-химические сдвиги, происходящие в телах нейронов. Другие (и их большинство) говорят: все дело в синапсах. Напомню, что синапс — это входная «клемма» нейрона: место соединения с ним отростков (аксонов) других нервных клеток. На теле нейрона и на его дендритах синапсов иногда бывает до тысячи!

Если память хранят синапсы, то понятно, как мозгу удается записывать такую колоссальную информацию. Даже самые заниженные расчеты убеждают, что одним нейронам это не под силу.

Еще больше увеличиваются возможности записывающего устройства мозга, если принять точку зрения профессора Эйди из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Он считает, что в образовании следов принимает участие и глия — материал, которым заполнены в мозгу все промежутки между нейронами. Глиальные клетки, «запоминая», изменяют, по-видимому, свои электрические свойства, в частности сопротивление.

А совсем недавно появились работы, которые доказывают, что в образовании и хранении следов памяти принимает участие РНК — рибонуклеиновая кислота.

У плоских червей планарий вырабатывали несложные условные рефлексы. Стало быть, обучали их. При этом выяснилось, что после обучения в нервных клетках червей стало больше РНК. Потом «ученых» червей скормили червям-«неучам». И вдруг у «неучей» без всякого обучения появились «привычки» съеденных приятелей.

С другими обученными планариями поступили не лучше. Каждую разрезали на несколько частей. Правда, для планарий это не очень страшно: через некоторое время из каждого кусочка вырастает новый червь. Как говорят ученые, кусочки эти регенерируют. Так вот, регенерировавшие части планарий продолжали сохранять все «привычки» своих целых, так сказать, основоположников.

То, что в сохранении рефлексов здесь действительно была замешана РНК, доказали опыты. Регенерирующие

половинки «ученых» планарий выращивали в среде, содержащей рибонуклеазу. Рибонуклеаза — это фермент, который разрушает РНК. Нетрудно сообразить: если обучение связано с РНК, то планарии и их половинки «забудут» все, чему научились, как только РНК будет разрушена. Так и произошло. Рибонуклеаза разрушила рибонуклеиновую кислоту в нервных клетках планарий, и они потеряли все приобретенные «привычки».

В общих чертах участие РНК в сохранении памяти представляют так. Под влиянием какого-то раздражения в протоплазме нейрона изменяется «архитектура» молекулы РНК. Она становится, так сказать, «специализированной».

В соответствии с генетическими законами эта специализированная РНК-матрица будет штамповать синтезирующую белки РНК той же специализации. А эта, последняя, диктуя сборку белка по своему плану, определит особое, специфическое сочетание в нем аминокислот. Новый белок будет особо чувствителен к тому раздражителю, который первоначально «спровоцировал» его образование. И как только «почувствует» его, сейчас же заставит нервную клетку «вспомнить» реакцию на этот самый раздражитель, который перестроил когда-то архитектуру породившей новый белок РНК. Так образуются в мозгу условные рефлексы — стандартная реакция на специфические сигналы. А это первые шаги памяти.

Такую гипотезу впервые предложил несколько лет назад американский ученый Хиден.

Между прочим, его исследования заодно подтвердили и точку зрения профессора Эйди о роли глии в образовании памяти.

Хиден изучал содержание РНК в нейронах вестибулярного аппарата кролика до и после раздражения (вестибулярный аппарат раздражают вращением): после раздражения в нейронах гораздо больше РНК, чем до него. Зато в окружающих глиальных клетках ее становилось меньше. Словно глия, как аккумулятор, «питала» нейроны. Сейчас многие ученые так и считают: глиальные клетки — это источники энергии и биохимических веществ для нейронов.

ГЕЗИДЕНЦИЯ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Продолжим знакомство с «микрорайонами» коры Наше путешествие по ней не было систематичным и планомерным. Однако размещение основных ее «учреждений» нам теперь, кажется, ясно. Затылок — зрение. Темя — движения и кожная чувствительность. Височная доля — чего здесь только нет! Слух, обоняние, вкус, самая важная из речевых зон (в левом виске), а возможно, и хранилище памяти.

Лобная доля... О ней мы пока еще ничего не знаем

...В музее Гарвардского университета вот уже больше 100 лет хранятся два странных экспоната: череп с дыркой на темени и железная палка. И то и другое принадлежало некогда Финеасу Гейджу — железнодорожному мастеру.

Сентябрьским утром 1848 года упомянутая палка в результате, как сказали бы теперь, несоблюдения правил технической безопасности пробила насквозь мозг Гейджа. Однако череп его стал достоянием университета не сразу. Ибо Финеас Гейдж остался жив. И еще прожил после этого двенадцать лет. Удивительно было не то, что мастер не умер (в конце концов, это дело случая и выносливости организма), а то, что повреждение обеих лобных долей не отразилось на его здоровье.

Сердце его работало нормально. Давление не изменилось. Он не стал хуже видеть или слышать, не потерял память и по-прежнему знал толк в своем деле. Однако дирекция железнодорожной компании вскоре уволила его. Работать с ним было невыносимо. Спокойный и тактичный прежде, он стал упрямым, грубым, несдержанным. Да и сам Гейдж особенно не стремился остаться на работе по причине развившейся вдруг апатии и лени.

Феноменальный случай с Финеасом Гейджем надолго стал предметом споров и обсуждений среди ученых. Веками считалось, что лобные доли — субстрат высших форм интеллекта, и вдруг... повреждение их нисколько не отразилось на умственных способностях. Поэтому в последующее столетие исследователи стали особенно обращать внимание на случаи повреждения лобных долей.

Оказалось, что изменения психики у всех больных были приблизительно одинаковыми. Человек становил-



ся безвольным, безразличным к другим людям, бестактным, несдержанным в своих эмоциях. Исчезали инициативность и организаторские способности. По словам Вулдриджа, «повреждение лобных долей обычно нарушает способность связывать эмоции с интеллектом таким образом, чтобы создавались нормальные побуждающие и сдерживающие мотивы». Итак, основная функция лоб-

ных долей — посредничество между нашими эмоциональными стремлениями и интеллектуальной деятельностью.

Но если только в этом их «призвание», совершенно непонятно, почему столь экономная обычно природа отвела для лба так много мозгового материала. Ведь на долю лобных долей приходится почти половина коры. Может быть, все-таки они еще для чего-нибудь нужны человеку?

Опыты на шимпанзе показали, что после удаления лобных долей животное гораздо хуже решало задачи, где требуется выполнение логически последовательных действий.

Между прочим, и у больных с поражением этой части мозга исчезала способность «удерживать в уме одновременно несколько разных понятий».

Поэтому исследователи считают, что лобные доли отвечают за особо сложную умственную деятельность. Например, за абстрактное мышление. Думают также, что при очень большой нагрузке на «мыслящие» части мозга лобная кора сразу же, как резерв, подключается к решению этих задач.

Строение коры и распределение обязанностей между разными ее отделами более или менее ясны, но вот интимные связи и взаимодействия между ее клетками, механизмы накопления, хранения и обработки информации в коре — пока еще тайна за семью замками. Ученые пытаются отгадать ее, исследуя электрические свойства мозга.

АЛЬФА-РИТМЫ

Началось это более 40 лет назад, когда немецкий психиатр Ганс Бергер издал странные картинки. Волнистые линии на них, утверждал Бергер, графическая запись активности головного мозга. Ему не поверили и даже подняли на смех. Трудно было представить, что о работе такого таинственного органа можно узнать что-либо, подключая к нему измерительные приборы. Технические средства и энтузиазм Бергера оставляли желать большего, и о «мозговых волнах» забыли. А через

25 лет из скромных опытов Бергера родилась электроэнцефалография.

«Мозговые волны», открытые им, известны теперь под названием альфа-ритмов. Кроме них, есть еще бета-, гамма- и тетаволны. Однако от понимания биологической сущности этих волн ученые сейчас так же далеки, как и 40 лет назад.

Кибернетики предполагают, что электроволны — шифрованные сообщения, посылаемые мозгом. Надо найти к шифровке ключ. В клинике, впрочем, ее можно использовать и без ключа. Изменяется характер ЭЭГ, то есть электроэнцефалограммы, — тревога. Поражена какая-то часть мозга. Электроэнцефалограмма точно указывает какая.

Но ученые, которые, вооружаясь ЭЭГ, хотят проникнуть в существо психических процессов, все еще подбирают к ней ключи. Больше всего психиатров интересуют альфа-волны: их колебания, как выяснилось, тесно связаны с мозговой деятельностью.

Что о них известно?

Частота — 8—13 герц, амплитуда — 30 милливольт. Запись альфа-ритмов одного человека так же не похожа на запись другого, как не похожи их автографы. Амплитуда альфа-волн в разных частях мозга различна. И всегда больше в затылочной доле (там «посольство» зрительных нервов). Они четки и ритмичны, когда человек спит или просто закрывает глаза, ничем не взволнован и ни о чем не думает. Но стоит включить свет, приняться решать задачу или учить стихи, альфа-волны начинают угасать. Ясно, что они как-то связаны с процессами мышления, познания. Но как?

Вот одна из гипотез.

Полагают, что альфа-волны отражают электрические свойства дендритов, которые составляют основную массу серого вещества мозга. Дендритные электропотенциалы обычно слишком малы для того, чтобы вызвать активность нейронов. Однако, когда они возрастают, возбуждается и нейрон: быстрее перехватывает и передает дальше эстафетную палочку специфических импульсов, которые лежат в основе мышления. По всем нейронам словно пробегает волна повышенной чувствительности, и мозг, мобилизуясь, принимает, сохраняет и перерабатывает информацию.

Уолтер Грей первый увидел, как альфа-ритмы бегут по коре. Помог ему в этом двадцатидвухглазый Топси.

Двадцать две электроннолучевые трубки соединили с электродами. Каждый электрод подключили к мозгу. Электроды принимают из него электрические сигналы. Усилитель их усиливает, электроннолучевые трубки преобразуют в световые вспышки, яркость которых зависит от активности соответствующего участка мозга. Все двадцать две трубки помещают позади экрана. А на экран наносят контуры мозга. Трубки располагают с таким расчетом, чтобы спроецировать сигналы от участков мозга, к которому они подсоединены, на соответствующее место рисунка на экране. Это топоскоп Уолтера Грея. Ласково — Топси. Прибор для исследования топографии активности мозга.

У большинства людей альфа-волны возникают в височных и лобных долях и распространяются дальше по всей коре. Соседние ее участки реагируют на раздражение в определенном порядке, словно их по очереди включает какое-то развертывающее устройство. И мозг не формально подходит к выполнению своих обязанностей: где-то в его глубинах постоянно работает сортировочный пункт всех сигналов, идущих в кору.

Если какая-то его «извилина» получает новое раздражение, альфа-волны оповещают об этом весь мозг. Но когда раздражение повторяется через правильные интервалы, мозг перестает к нему «прислушиваться»: альфа-ритмы затухают до тех пор, пока в поток информации не попадет сигнал действительно серьезный и важный.

Параллельно с лабораторией Уолтера Грея те же проблемы исследуют сотрудники Михаила Николаевича Ливанова в Институте высшей нервной деятельности Академии наук СССР.

Здесь тоже есть свое детище. Но пятидесятиглазое (а недавно появилось и стоокое). Топоскоп Ливанова и Ананьева позволяет изучать сразу работу всего мозга. Целиком. А не только отдельных его частей.

На этом, пожалуй, мы закончим разговор о коре. Ствол мозга, на время забытый нами, таит в себе интересного не меньше.

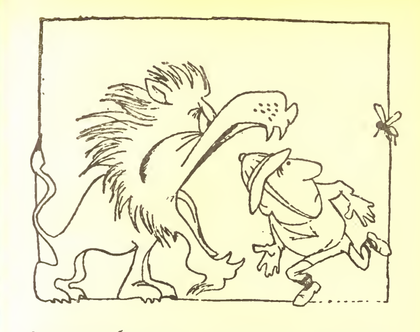
СОРТИРУЮЩАЯ СЕТЬ

Перед Дейтерсом, впервые описавшим ее в прошлом веке, она предстала под микроскопом сетью беспорядочно разбросанных нейронов, густо переплетенных нервными волокнами. Дейтерс назвал ее сетчатым образованием, или ретикулярной формацией. Находится она в стволе и тянется от спинного мозга до таламуса — тоже очень интересного образования ствола.

Ретикулярной формации не повезло. Ее открыли, подробно описали и, не придав большого значения, забыли. Лет двадцать пять назад американский нейрофизиолог Мэгун и его коллеги из Калифорнийского университета неожиданно вдруг обнаружили, что ретикулярная формация поймала в сети и подчинила своему влиянию почти всю деятельность центральной нервной системы.

«Эти неспецифические механизмы, — писал Мэгун, — распределены почти по всей центральной области ствола мозга, и подобно тому как спицы отходят от оси колеса к его ободу, так и функциональные влияния этой центрально расположенной системы могут распространяться в нескольких направлениях: на спинной мозг, на механизмы, осуществляющие эндокринные функции, на структуры, где возникают эмоции, и на кору больших полушарий, которая обслуживает все высшие сенсорно-моторные и интеллектуальные процессы». Влияет ретикулярная формация на них разными способами. Прежде всего сортирует и регулирует движение нервных импульсов.

Помните, мы говорили, что в головном мозгу есть особый «сортировочный пункт». Из потока информации он выбирает каждую минуту лишь самые важные для организма сигналы. Обязанности сортировщиков природа возложила на нейроны ретикулярной формации и потому сделала их неспецифическими: любой из этих нейронов может разобраться в любом сигнале любого органа. А чтобы ни один из сигналов не миновал контрольного пункта, природа устроила так, что в ретикулярную формацию поступают дубли всех импульсов, какому бы отделу мозга они ни были адресованы. Доставляют их коллатерали — тонкие веточки, отходящие от основного нервного тракта. Коллатерали посылает в ретикулярную формацию всякий нервный кабель: чувствитель-



ные волокна, бегущие из спинного мозга в кору, двигательные, идущие в обратном направлении, нервные пучки, связывающие мозжечок с корой, и все другие.

А ретикулярная формация, как расторопный регулировщик на оживленном перекрестке в часы «пик», одни сигналы пропускает раньше да еще «подстегивает», снабжая дополнительной энергией, другим дает дорогу во вторую очередь. А иные вообще задерживает на время, пока не станут они для организма важными.

Нейроны ретикулярной формации непрерывно заняты сравнением, оценкой и отбором сигналов, которые должны обеспечить поведение организма, точно соответствующее создавшейся обстановке. А верно выбранная программа действия часто вопрос жизни и смерти!

Допустим, продираясь сквозь тропические заросли, человек поранил лицо. Еще полсекунды назад сообщение о ранении было бы самым важным среди потока информации, идущей в его мозг. Но в эти полсекунды человек вдруг увидел, что лиана, за которую он хотел ухватиться, — ядовитая змея.

Для ретикулярной формации сигнал о змее что сирена «скорой помощи» для регулировщика движения.

Тотчас же она задерживает остальные сообщения. А это по прямому проводу передает в кору, усилив дозой добавочной энергии, чтобы сразу на него обратили внимание. И ответную реакцию пропустит без очереди. Человек, ничего еще не осознав, автоматически отдернет руку, отшатнется, выхватит нож. И лишь, когда куски ядовитой «лианы» будут судорожно извиваться у его ног, почувствует боль в ободранной щеке.

Без ретикулярной формации долго пришлось бы сигналу об опасности блуждать по нейронам вместе с другими сообщениями и дожидаться своей очереди у входа в кору.

У ретикулярной формации есть еще одно важное свойство. Она питает дополнительной энергией все отделы мозга. Непрерывный поток импульсов, поступающий со всех сторон, держит ретикулярную формацию в постоянном напряжении. Она все время возбуждена и заражает этим возбуждением все отделы мозга. Тонус, темп работы коры, зависит от ретикулярной формации. По существу, «ретикулярная активирующая система» * взяла под контроль даже сознание!

Вот какие опыты доказали это.

Нейрофизиологи давно заметили, что электрическая активность мозга во сне и наяву неодинакова. В энцефалограмме спящей кошки, например, волны большие, медленные. А стоит ей проснуться, они становятся маленькими и частыми. Это изменение «почерка» энцефалограммы в момент пробуждения физиологи назвали реакцией активизации.

Разбудить кошку можно по-разному. Можно посветить ей в глаза, щелкнуть над ухом, положить под нос кусочек рыбы. И в любом случае в электроэнцефалограмме просыпающегося животного появятся характерные для пробуждения волны. Независимо от того, от какого органа чувств поступила в мозг информация.

Но вот что самое интересное: реакция активизации может появиться в любом участке коры. И совсем не обязательно в том, где находится «посольство» нервов, которые принесли информацию.

Это навело ученых на мысль, что где-то в мозгу есть специальный центр, в обязанности которого входит сле-

* Так тоже называют биологи ретикулярную формацию, чтобы подчеркнуть это ее свойство.

дить за тонусом коры, вовремя включать и выключать ее. В этот центр приходят импульсы от разных раздражителей. Здесь они копируются, доводятся до соответствующей кондиции, усиливаются, если надо. И уже отсюда, так сказать, в «централизованном порядке», воздействуют на кору.

Мэгун и Моруцци в 1949 году доказали, что этот центр — ретикулярная активирующая система.

Через вживленные электроды они раздражали ретикулярную формацию спящей обезьяны. Обезьяна просыпалась, и у электроэнцефалограммы заметно менялся «почерк».

У других обезьян ретикулярную формацию разрушали, и животные тут же засыпали. Разбудить их не могло ничто. Так они и спали до конца жизни, ничем не интересуясь, ни на что не реагируя. Хотя все органы чувств исправно доставляли в их кору информацию о событиях, происходящих вокруг.

Кора, правда, тоже не остается в долгу перед ретикулярной формацией. И тоже влияет на нее. Взаимодействие этих двух систем мозга осуществляется по принципу обратной связи. Усиливается активность нейронов ретикулярной формации, сильнее возбуждается кора. И сейчас же срабатывает обратный механизм: кора посылает сигналы, которые понижают тонус ретикулярной формации. Так устанавливаются оптимальные условия для работы обеих систем.

Между прочим, люди, сами того не подозревая, давно уже пользуются услугами ретикулярной формации. Врачи, например, когда делают операцию под общим наркозом: это на нее действуют вещества, вызывающие общее бесчувствие. Они подавляют активность нейронов ретикулярной формации, она перестает тонизировать кору, выключает ее, и человек на время теряет сознание, засыпает. Органы чувств его исправно продолжают приносить в мозг сообщения о боли, о звяканье хирургических инструментов, ярком свете в операционной, но ни на одно из этих раздражений больной не реагирует. Выключен основной механизм, «запускающий» в действие сознание.

Многие ученые полагают сейчас, что внимательность и умение сосредоточиваться тоже зависят от ретикулярной формации. Недавно установили, что она, выбирая и усиливая важные в данный момент для организма



сигналы, второстепенные не только не пропускает, а даже ослабляет и понижает чувствительность коры к ним.

Экспериментаторы вживляли кошке электрод в ядро улитки (это отдел ствола, где идет сортировка и переработка звуковых сигналов) и записывали его активность. Время от времени над ухом кошки громко щелкали. Тотчас же улитка «откликалась» на щелчок: на

кривой активности появлялся пик. Если щелчки слышались подряд и все усиливались, пики на кривой тоже шли подряд и размах их увеличивался. Но тут кошке подсунули банку с живыми мышами. Все внимание животное сосредоточило теперь на том, как бы достать хотя бы одну из них. И пики на кривой исчезли, хотя щелчки продолжались. Новый, более сильный раздражитель подавил прежний.

Этой способностью ретикулярной формации заинтересовались недавно стоматологи.

Оперируя с зубами, они надевают пациенту наушники. Наушники соединены с магнитофоном. На магнитофонной ленте записаны музыка и разные шумы. Музыка успокаивает больного, а шумы (почему-то лучше всего на психику действует шум водопада) маскируют жужжание бормашины и даже, как утверждают некоторые знатоки, «проявляясь в сознании, непосредственно подавляют ощущение боли». Если же боль все-таки беспокоит пациента, ему проигрывают пленку, на которой мелодия едва слышна за шумом. Больной невольно начинает прислушиваться, а врачу только этого и надо — можно спокойно работать. Пациент уже не обращает внимания на его манипуляции.

И РАДОСТЬ И ГОРЕ В ГИПОТАЛАМУСЕ

По существу, этот маленький кусочек ствола управляет всеми самыми важными для жизни организма процессами. В сфере его влияния сердце и кровеносные сосуды, все органы пищеварения, обмен веществ, эндокринные железы, терморегуляция, то есть контроль за нужной температурой тела. Но и это не все. В последнее время выяснилось, что многими инстинктами животных и их эмоциями тоже управляет гипоталамус.

Однако по порядку.

Лежит гипоталамус в верхней части ствола, почти в самом центре мозга. Природа позаботилась о том, чтобы такой жизненно важный орган был надежно укрыт. И защитила его от повреждений не только черепом, но и массой мозгового вещества, которое окружает гипоталамус со всех сторон.

А чтобы легче ему было справляться со всеми много-

численными обязанностями, дала гипоталамусу в помощники гипофиз. Через него-то и управляет гипоталамус многими подчиненными ему органами. Выглядит это так.

Гипоталамус и гипофиз связаны общей сетью кровеносных сосудов и нервных волокон. Поэтому гипоталамус может посылать приказы в гипофиз в двух вариантах: в виде нервных импульсов и особых физиологически активных веществ. Он выделяет их в кровь, а кровь эти так называемые продукты нейросекреции доставляет в гипофиз. В зависимости от приказа гипофиз либо выбрасывает в кровь дополнительные дозы какого-нибудь из своих гормонов, либо, наоборот, тормозит их выделение. И таким образом то усиливает, то ослабляет деятельность других эндокринных желез: на них главным образом действуют гормоны гипофиза. Ну а что значат в жизни организма разные гормоны, всем известно. Одни регулируют давление, другие работу сердца, третьи обмен веществ и энергии — в общем, гормоны регулируют все в нас. От них зависит даже темперамент и работоспособность человека.

Но отношения между гипоталамусом и гипофизом не ограничиваются только этим. Оказывается, физиологически активные вещества, через которые гипоталамус посылает приказы гипофизу, попадая в него, сами превращаются в гормоны. Так что гипоталамус еще и поставщик гормонального сырья

Он же и вместилище самых разнообразных «центров».

Есть, например, в нем центр терморегуляции. Если чувствительные волокна принесут в него сообщение о том, что организму грозит перегрев, автоматически, или, как говорят, рефлекторно, срабатывает нужная программа действий. Расширяются кровеносные сосуды, начинают работать потовые железы, и организм избавляется от лишнего тепла. Но только до тех пор, пока ему не начнет грозить переохлаждение. Тогда в гипоталамус летит новое сообщение и срабатывает новая программа, направленная на сохранение тепла в организме: значит, и тут действует уже знакомый нам принцип обратной связи.

В гипоталамусе есть и центр аппетита. Козы, у которых раздражали его, побили все рекорды обжорства. Они жевали и жевали траву, хотя были сыты по горло.



Раздражение соседних клеток этого же центра, напротив, начисто лишало животных аппетита. И они не брали в рот ни крошки, хотя до опыта их несколько дней морили голодом.

А раздражение центра жажды (и такой есть в гипоталамусе!) заставило одну козу выпить сразу 16 литров воды!

Некоторые ученые считают, что природа неспроста

сосредоточила в одних руках управление основными жизненными функциями организма. Ведь ощущение голода, о котором сигнализирует животному центр аппетита, можно устранить, только наполнив желудок. Но чтобы сделать это, надо найти пищу. А поиски ее у хищников, например, требуют четких и согласованных изменений частоты дыхания, ритма сердца, кровяного давления. Совершенно очевидно, что скоординировать все это легче, если нужная информация будет обрабатываться в одном месте.

Такие идеи впервые развил швейцарский физиолог Гесс, который в 1949 году получил Нобелевскую премию по медицине и физиологии за оригинальные исследования головного мозга. (Гесс первым разработал метод вживления электродов и получил много новых и интересных сведений о работе таламуса и гипоталамуса.)

И поскольку охота — это, конечно, своего рода агрессия, Гесс нисколько не удивился, когда обнаружил в гипоталамусе еще и центр агрессии.

Ласковый котенок, как только «касались» током его «агрессивного» центра, превращался в разъяренную фурию. Это неожиданное открытие еще больше утвердило Гесса в его взглядах.

Однако точку зрения Гесса разделяли не все ученые. Некоторые психологи и физиологи не хотели верить, что раздражение гипоталамуса электричеством может вызвать настоящую эмоцию. Приписывать только одной части мозга способность «продуцировать» эмоции да еще под действием электрического тока — чистый абсурд, говорили они. Скорее всего раздражение гипоталамуса вызывает лишь внешние проявления ярости — расширение зрачков, взъерошивание шерсти, напряжение мускулатуры. А настоящей ярости, мол, животное при этом не испытывает. И потому назвали реакцию кошки на раздражение вновь открытого центра гипоталамуса реакцией «мнимой» ярости. И ничего не могло разубедить их, даже вполне реальные укусы и царапины, которые кошка им наносила во время опытов.

Так обстояло дело вплоть до 1953 года, когда в гипоталамусе были открыты центры еще некоторых эмоций. Супруги Олдс работали у профессора Хебба в университете Мак-Хиала. Они изучали ретикулярную формацию. В одном из опытов случилось так, что электрод не попал туда, куда посылали его исследователи, и застрял в

гипоталамусе. Ученые не знали об этом, пока животное не вскрыли. (Опыты делали на крысах.) Но их сразу поразило его поведение. Экспериментируя, ученые посылали в мозг крысы «залп» электрического тока каждый раз, когда она случайно забегала в один из углов ящика. И вдруг заметили, что крысе нравятся электрозалпы. Она то и дело стала наведываться в угол, в котором ее мозг «щекотали» током. Наверное, для того, чтобы получить лишнюю порцию удовольствия? Но, может, так только казалось ученым? Может, это опять удовольствие «мнимое»?

Опыт видоизменили. Теперь, чтобы получить очередной электрозалп, крыса должна сама нажать на рычаг, который замыкал электрическую цепь. Если это ей действительно приятно, рассуждали экспериментаторы, она быстро научится включать ток. Если нет в том никакого удовольствия, она будет нажимать на рычаг не чаще, чем любая другая крыса (без электродов), бегающая в ящике.

Результаты получились ошеломляющие. Восемь тысяч раз за час нажала крыса на рычаг, когда сообразила, что к чему (а крыса без электродов лишь 25 раз). Она довела себя до полного изнеможения, без конца нажимая на рычаг двое суток подряд! Крыса предпочитала наслаждение всему, даже еде, когда была голодна. Ее специально морили голодом, а потом пускали в ящик, где была еда и столь привлекательный для нее рычаг. Она бросалась не к еде — к рычагу! И нажимала на него, нажимала...

Она пыталась прорваться к нему даже через решетку, по которой пропускали довольно сильный электроток! Но и боль не пугала ее, крыса упорно рвалась к наслаждению. Сомнений не оставалось: удовольствие, которое получала крыса при раздражении определенных точек гипоталамуса, было самое натуральное.

По-видимому, в гипоталамусе несколько центров удовольствия. Раздражение разных его точек вызывает у крысы неодинаковые эмоции. Одни соответствуют приятным ощущениям, связанным с утолением голода. Другие, которые ей нравились больше всех, носили явно сексуальный характер.

Стало быть, древнейшие из эмоций, которые уже почти миллиард лет радуют все живое на Земле, — чувство удовлетворенного голода и полового инстинкта —

по природе своей «электрические»: их рождают (или только сопутствуют им?) биотоки нервных клеток.

После открытия, сделанного супругами Олдс, многие ученые занялись изучением «приятных» центров гипоталамуса. Попытались даже составить карту их размещения в мозгу. И тут выяснилось, что бок о бок с удовольствием поселились боль, страх и ярость. Самые натуральные. Участки гипоталамуса, которые их вызывают, назвали «центрами наказания».

Лучше б нам их не иметь, эти центры! Их раздражение тяжелым гнетом давит на психику, и тогда человеку и животному отравляет радость жизни душевная депрессия.

Аппарат автоматически то и дело замыкает цепь, по центрам наказания ударяет залп тока. Полчаса, час и два боль, страх и ярость тиранят зверя. Больше трех часов такого эмоционального напряжения животные не выдерживали. Они начинали кусаться, отказывались от еды, подавленные и взъерошенные, уныло сидели в углу. А если опыты продолжались, нередко умирали от тоски и горя.

Самое интересное, что избавить животное от гнета дурных эмоций можно чрезвычайно просто: надо провести несколько сеансов раздражения центров удовольствия.

И еще некоторые интересные открытия, связанные с центрами наказания.

Известно, что язва желудка — болезнь людей нервных. И часто достаточно, так сказать, одноразового эмоционального напряжения (разумеется, связанного с неприятными ощущениями, страхом, волнением), чтобы она открылась у людей, прежде абсолютно здоровых. Недавно выяснилось, что происходит это оттого, что в гипоталамусе рядом с центрами наказания лежит участок, раздражение которого повышает выделение соляной кислоты в желудке.

Стал ясен механизм появления «нервных» язв. Электрические токи, возникающие в центрах наказания, распространяются на соседний участок гипоталамуса. Возбуждают его. В желудке появляется неумеренное количество соляной кислоты. Она разрушает слизистую желудка. В результате — язва.

Интересные исследования в этом плане провел в Вашингтоне Д. Брэди.



У обезьяны вызывали экспериментальную язву желудка, долго «играя» током на нервах. Она могла сама выключить ток. Шесть часов подряд бедное животное без конца нажимало рычаг, чтобы разомкнуть электрическую цепь, избавиться от неприятных ощущений. Потом шесть часов обезьяна отдыхала. И снова шесть работала. Язва развилась через несколько недель.

Потом опыт видоизменили. Теперь удары тока сыпались на двух обезьян.

Но избавить обеих от мучений могла только одна из партнерш: у нее был ключ для размыкания цепи. И она так старалась ради себя и ради подруги, что ни одна из них почти не получала ударов, потому что «ответственная» обезьяна нажимала на рычаг непрерывно. Но ответственности не выдержала, заболела. Через три недели после начала опыта у нее развилась язва двенадцатиперстной кишки, и она умерла. А «безответственная» обезьяна осталась жива и здорова.

У человека, конечно, тоже есть в мозгу центры удовольствия. Раздражение их снимает напряжение, приносит успокоение, радость. А возбуждение других, соседних с ними, центров вызывает тревогу, страх, ужас, подавленность.

Значит, решили психиатры, эмоциями человека можно управлять.

КАК УПРАВЛЯТЬ НАСТРОЕНИЕМ?

Многие психические болезни — это нарушение своего рода статус-кво эмоций. У одних больных верх одерживают так называемые отрицательные эмоции — грусть, тоска. У других — положительные: больные слишком веселы и возбуждены. Чтобы приостановить болезнь или облегчить страдания, а иногда и просто сделать больного доступным для обследования или лечения, нужно вернуть ему эмоциональное равновесие. Хотя бы в первом приближении. Вот в таком смысле понимают психиатры слова «управление эмоциями».

Управлять ими можно по-разному. Можно вживить в ствол мозга электроды и через них раздражать центры эмоций. Особенно интересны опыты профессора Хосе Дельгадо из Иельского университета США. Начал он с кошек и макак резусов.

В центр ярости особенно агрессивных животных вживляли электроды. Концы их выводили на череп и соединяли с небольшим приборчиком, величиной со спичечную коробку. В «спичечной коробке» смонтирована приемо-передающая радиостанция. Здесь же на черепе она крепится.

Радиостанция принимает команды экспериментатора

и передает их в исследуемый отдел мозга. И человек может по радио то приводить животное в ярость, то успокаивать его.

Кто хоть несколько минут провел перед вольерой макак резусов, знает: свирепости у вожака хоть отбавляй. Он не тиранит только двух-трех любимых самок да малышей. Остальные живут в страхе. Особенно молодые соперники. В бесконечных схватках с вожаком они теряют уверенность и трусливо держатся от него подальше. Но трусость исчезает, если молодому вживить электрод в центр ярости и послать в него радиосигнал. Телеуправляемая обезьяна сама лезет в драку, «забивает» вожака и на время подчиняет себе все стадо. Это ей легче удается, если у вожака по радио раздражают центр, подавляющий ярость.

Самыми любопытными были опыты, в которых обезьяны управляли настроением вожака. В центр, подавляющий агрессивность, ему вживляли электроды. А управление антиагрессивными радиосигналами выводили на рубильник. И устанавливали рубильник в клетке. Убегая от разгневанного отца семейства, какая-нибудь обезьяна случайно нажимала на рычаг. Это случалось раз, другой, третий. А потом животное соображало, что между нажатием рычага и спокойствием вожака есть определенная связь. Через несколько дней экспериментаторы со смехом наблюдали, как обезьяна, спасаясь от «тирана», стремительно бросалась к рубильнику и выключала ярость в душе (то есть в гипоталамусе) своего преследователя.

А в 1963 году Дельгадо начал серию новых экспериментов. На этот раз, как истый испанец, он взялся за быков.

Волшебный «спичечный коробок» крепили теперь позади рогов свирепых торо. И когда они оправлялись после операции, их выпускали на самодельную арену на одном из ранчо. Коррида начиналась по всем правилам. Несколько классических приемов, и бык в ярости бросается на алую мулету. В тот же момент новоявленный тореро, профессор Дельгадо, включает передатчик (сверкающая полоска металла в его руках, которую непосвященный принял бы за клинок шпаги,— антенна транзисторного передатчика). И бык застывает на месте, вялый и равнодушный.

Есть от чего прийти в ярость тореадорам-професси-

оналам! Темноволосый профессор из Иельского университета между делом мог отбить у них хлеб. Но страхи были излишни. Хосе Дельгадо не собирался менять профессию. Афиционадо — так испанцы называют страстных любителей боя быков — вряд ли променял бы корриду на такой суррогат.

Между тем интерес других «любителей» к работам Дельгадо по гелеуправлению эмоциями все возрастал.

Психиатры пытались применить результаты его исследований для лечения своих больных. Сейчас методика вживления электродов в глубокие центры мозга человека разработана достаточно хорошо, и уже несколько сотен людей подверглись этой операции. Чтобы успокоить больного, страдающего от тоски и непонятного страха, достаточно на время «подключить» его к электросети. В центр удовольствия через вживленные электроды побегут электрические импульсы. Тревога и подавленность исчезают, и на смену им приходят успокоение, радость, чувство огромного удовлетворения.

Ощущения эти настолько приятны, что, когда в палате устанавливали приспособление для самораздражения, больные часто теряли чувство меры и, пытаясь продлить удовольствие, доводили себя до конвульсий. Зато после лежали расслабленные, блаженно улыбаясь.

У больных шизофренией раздражение центров удовольствия тоже вызывает улучшение. Правда, ненадолго. Гораздо большие надежды психиатры возлагают на психофармакологию. Так называют новую область фармакологии, которая отыскивает химические средства воздействия на эмоции.

Между прочим, о «химическом» управлении настроениями люди знают давно. Три тысячи лет назад египтяне, например, открыли, что смолистый зеленовато-бурый сок индийской конопли приятно пьянит. Выпив его, человек веселеет, возбуждается и начинает грезить наяву. Правда, потом наступает похмелье. Страшное. Тяжелое. Удушье сдавливает горло, болят мышцы, за весельем приходит беспричинный страх. И вернуть хорошее настроение может только таинственный сок.

Так люди впервые познакомились с гашишем. Почти у каждого народа есть подобные «подхлестыватели» чувств. У мексиканских индейцев — пейотл, один из видов кактуса. Настойка из его цветов пьянит, повышает настроение. Туземцы Гаити любят нюхать кохобу — это

тоже приятно возбуждает их. А шаманы, оказывается, приводили себя в экстаз настойкой... мухомора! И вино, и кофе, и чай, и валерьянку люди знают давно. И давно пьют их, взбадривая или успокаивая свои нервы.

А вот почему эти напитки так странно действуют, узнали лишь недавно.

Этому помогли исследования ретикулярной формации. Помните: именно на нее действуют наркотики. Парализованная ими ретикулярная формация перестает «будоражить» кору, и кора «выключается», перестает «думать». Человек теряет сознание совсем или наполовину, утрачивая чувство реальности.

Выяснилось также, что все процессы, совершающиеся в мозгу (мышление, запоминание, управление разными органами), сопровождаются (или вызываются?) какими-то очень сложными химическими превращениями в его клетках. Какими именно, до конца неясно. Но не последнюю роль в них играет выделение и накопление в мозгу адреналина и ацетилхолина. Физиологам эти два вещества известны уже больше полстолетия. Их называют часто медиаторами, или химическими передатчиками возбуждения: нервный импульс бсз них не может «перескочить» с одной нервной клетки на другую.

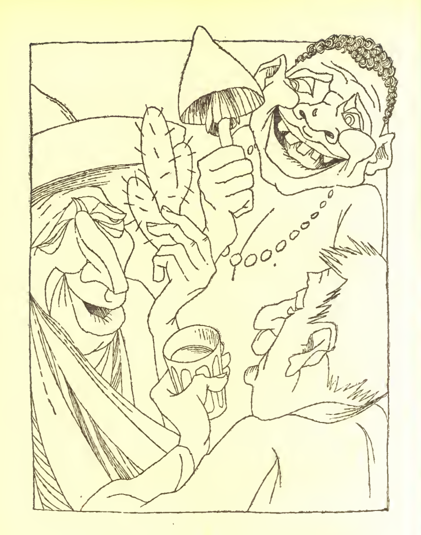
В электронный микроскоп видно, что в синапсах аксон передающего нейрона неплотно прикасается к дендриту или к телу воспринимающего импульс нейрона. Между ними всегда есть щель шириной около 200 ангстрем *. Ее так и назвали — синаптическая щель. «Переплыть» через нее нервный импульс может лишь с помощью вещества-передатчика, капелька которого выделяется в щель в тот момент, когда импульс добегает до нее.

Так вот оказалось, что некоторые эмоции сопровождаются накоплением в синапсах мозга адреналина или ацетилхолина.

Например, страх, тоску, горе переживает человек, когда в его гипоталамусе избыток адреналина. У психиатров даже термин есть — «адреналиновая тоска». Чтобы прогнать ее, надо избавить нервные клетки от лишнего адреналина. Так у фармакологов появилась путеводная нить в поисках лекарств, влияющих на настроение.

---

* 1 ангстрем — миллионная доля миллиметра.



Все вещества, действующие на психику, они разделяли на два класса: успокоители (их еще называют транквиллизаторы) и возбуждающие средства — стимуляторы. Механизм их действия в принципе сводится к тому, что стимуляторы усиливают возбуждение клеток мозга, а транквиллизаторы, наоборот, должны это возбуждение снимать или смягчать.

А поскольку корень многих бед в адреналине (он

главный проводник возбуждения), этот принцип можно упростить еще больше. Транквиллизаторы должны удалять из мозговых клеток лишний адреналин (и подобные ему вещества), а стимуляторы, наоборот, накапливать его.

Главное — понять принцип. Дальше дело было за химией, и психофармакологам удалось синтезировать немало «таблеток настроения». Аминазин, например. Этот транквиллизатор совершенно преобразил психиатрические лечебницы. Отделения буйнопомешанных стали тихими и спóкойными, словно заурядные терапевтические больницы.

Спасительные действия аминазина (иногда его называют еще хлорпромазин) просты: в мозговых клетках он связывает адреналин. А фенамин (он относится к стимуляторам), наоборот, связывает по рукам и ногам фермент, нейтрализующий адреналин. Вырвавшийся из-под его влияния адреналин помогает нервным импульсам «будоражить» мозг.

Теперь совершенно ясно — разгадку большинства психических заболеваний нужно искать в химии мозга. Вопрос лишь в том, кто кого порождает: нарушение обмена — психические расстройства или, наоборот, психические расстройства — нарушения обмена. Или то и другое влияет друг на друга, образуя порочный круг.

Чтобы решить это, неплохо было бы научиться искусственно вызывать психозы. И, как на модели, следить за их развитием. Здесь психиатрам помог случай.

В 1943 году швейцарский химик Альберт Гофман случайно проглотил немного диэтиламиддекстрализергиновой кислоты. «Меня словно ударила молния, — вспоминает он. — Я чувствовал, что плыву где-то вне своего тела. Поэтому я решил, что умер». Странное состояние длилось 12 часов. Так психиатрия получила в свое распоряжение ЛСД — препарат, который называют атомной бомбой среди наркотиков. «Гималайским пиком на фоне песчаных холмов».

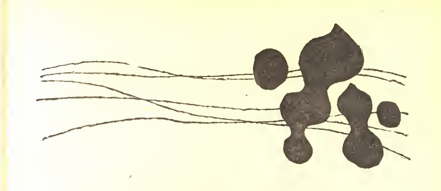
Нашлось немало добровольцев, решившихся на время сойти с ума. Психиатры получили желанную модель.

ЛСД добывают из спорыньи. Из четырех его изомеров только один, соответствующий природной форме ЛСД, влияет на психику. Лишнее доказательство того, что в нашем теле действуют очень тонкие сепараторы химических веществ, едва отличающихся друг от друга.

ГЛАВА VII

Пульс жизни





ПЛЕНЕННОЕ МОРЕ

Неуклюжее, странное на вид животное медленно (очень медленно: 13 миллиметров в час) ползет по стеклу. Оно, как резиновое, то сжимается в круглый комочек, то раскидывает в стороны какие-то языки.

Языки-ножки тянутся вперед, жидкое тело животного переливается в них. Новые выросты ползут дальше, и, переливаясь в их нутро, животное «перетекает» на новое место. Так оно путешествует в капле воды, которую мы зачерпнули из пруда. Это амеба, микроскопическое одноклеточное существо, и мы рассматриваем ее под микроскопом.

Отнеситесь с уважением к странному созданию: ведь так или приблизительно так выглядели 2 миллиарда лет назад предки всего живого на Земле. И сейчас еще в нашем организме живут клетки, очень похожие на амеб: лейкоциты — белые кровяные тельца.

Вот амеба наткнулась на зеленый шарик — одноклеточную водоросль. Она обнимает ее своими «ножками», обтекает со всех сторон полужидким тельцем, и микроскопическая водоросль уже внутри амебы! Так амеба питается.

А как дышит?

Каждые одну-две минуты в ее протоплазме появляет-

ся маленькая капелька воды. Она растет, разбухает и вдруг прорывается наружу, выливаясь из тела животного.

Это пульсирующая вакуоль — «блуждающее сердце» амебы: то здесь появится оно, то там. Вода, проникающая снаружи в тело крошечного существа, собирается внутри вакуоли. Вакуоль, сокращаясь, выталкивает воду наружу, снова в пруд. Вместе с водой внутрь животного поступает растворенный в ней кислород. Так амеба дышит.

Значит, у амебы нет крови. Необходимый для дыхания кислород приносит, просачиваясь в протоплазму, морская или прудовая вода (смотря по тому, где амеба живет: в море или пруду). Вода же выносит наружу и переработанные амебой продукты, шлак обмена веществ.

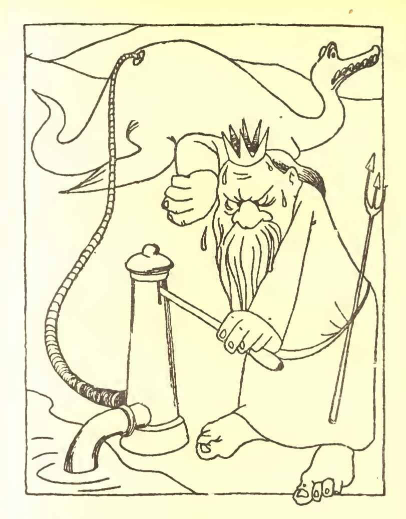
Постепенно из одноклеточных животных развились многоклеточные. Шестьсот миллионов лет назад море уже населяли губки, медузы, актинии. Их мало изменившиеся потомки дожили до нашего времени, и, разрезая их, мы можем заметить, что у этих животных тоже нет крови.

Морская вода — колыбель, в которой зародилась жизнь, долго служила своим детям транспортным средством, доставлявшим их тканям необходимый для жизни кислород.

Но животные, развиваясь, усложнялись. Вода уже не могла так просто, как у медуз и губок, проникнуть со своим драгоценным грузом ко всем сложным органам новых существ. И тут совершается (не сразу, конечно, а за миллионы лет!) замечательное превращение: внутри животного образуется свой собственный «водопровод»! Целая сеть каналов, наполненных жидкостью, разносящей кислород по всему телу.

Впервые эта кровеносная, или вначале «водопроводная», система появилась у древних червей. У них не было еще настоящей крови: их кровеносные сосуды наполняла обычная, лишь немного измененная морская вода.

Постепенно за время долгой эволюции уменьшались в ней концентрации ненужных морских солей и появились новые вещества. Мало-помалу захваченная «в плен» морская вода превратилась в чудесную жидкость, циркулирующую сейчас в наших венах и артериях. Так мир обзавелся кровью.



Можно сказать, что наши далекие предки — древние амфибии, выйдя 350 миллионов лет назад на сушу, унесли в своих артериях частицу прежней родины: преобразованную в кровь морскую воду. До сих пор в крови и полостных жидкостях многих, даже сухопутных, животных сохранились морские соли и приблизительно в том же соотношении, как и в воде океана.

В крови высших животных — птиц, скажем, или зверей — нелегко найти явные следы морской воды. Оно и

понятно. Ведь кровь, этот чудодейственный сок нашего организма, выполняет теперь очень много разных заданий. Тысячами протоков и микроскопических ручейков — капилляров растекается она по телу. Все клетки черпают из нее питательный «бульон», переваренную кишечником и желудком пищу, и отдают ненужные вещества и углекислый газ. Железы внутренней секреции наполняют кровь гормонами, которые регулируют работу органов. Словом, кровь разносит вместе с кислородом и множество всевозможных солей, кислот, витаминов, ферментов, питательных продуктов и продуктов распада и пр. и пр. Поэтому состав ее очень сложен.

ПОЧЕМУ ОНА КРАСНАЯ?

Даже под микроскопом ничего не видно в крови, только густо-красная пелена. Но если кровь развести раз в двести и потом уже капнуть на предметное стекло микроскопа, то взору откроется картина, которая привела в восторг голландца Левенгука: 200 лет назад он первым из людей увидел ее.

А увидел вот что: множество желтовато-розовых дисков с выпуклыми краями и вогнутой серединкой.

Это знаменитые эритроциты — красные кровяные шарики. Они играют на арене жизни роль очень важную: именно эритроциты поглощают в легких кислород и разносят его потребителям. Обратно микроскопические «тележки» не идут порожняком: забирают в тканях углекислый газ, который доставляют в легкие, — те его выдыхают.

У эритроцитов нет ядер * — они живут недолго: 127 дней. Но есть плотная оболочка и внутренний упругий каркас (строма). Все промежутки в каркасе, словно поры губки, заполнены красной «краской» — гемоглобином.

Кроме гемоглобина, крохотный эритроцит (поперечник его всего восемь микрон — восемь тысячных миллиметра) буквально нафарширован множеством веществ.

---

* Только у человека и млекопитающих нет ядер в эритроцитах. Поэтому они вмещают гораздо больше гемоглобина, чем эритроциты низших животных.

Здесь и калий, и магний, и цинк, и азот, и кислород, и глюкоза, и витамины, натрий, кальций, алюминий, разные ферменты и антигены пятидесяти разных типов!

Но главное в эритроците, конечно, гемоглобин (его треть по весу). Это сложный белок, с молекулой которого соединены четыре атома железа. Железо вступает в связь с глобином, рождая гемоглобин, не в одиночестве, а с группой сопутствующих ему элементов, которую называют гемом. Гем по химической природе своей близок хлорофиллу *.

Именно железу наша кровь обязана алым цветом.

Ведь многие вещества, содержащие так называемое окисленное железо, поглощают лучи желто-зеленой части спектра, а красные отражают. Оттого и окрашены в красный цвет. Напротив, закисное железо наделяет их зеленым цветом.

У всех позвоночных животных, а также у дождевого червя, пиявок, комнатной мухи и некоторых моллюсков в «цветных» белках крови — окисное железо. Поэтому и кровь их красная. У некоторых морских червей вместо гемоглобина в крови хлорокруорин с закисным железом в гемах, и кровь у этих червей зеленая.

Есть в мире животные — цветом крови чистые аристократы. Это скорпионы, пауки и спруты (я не шучу!). Вместо гемоглобина у них гемоцианин, и в нем не железо, а медь. От меди и кровь у них голубая (в венах) и почти синяя (в артериях).

С металлами (с медью, железом или марганцем, как у некоторых улиток) и соединяется в крови кислород. Но соединение это непрочное: там, где кислорода много (в легких, например), он вступает в недолгую связь с гемоглобином. А там, где его не хватает (в мозгу, например, или в мышцах), металлы расстаются с кислородом. Зато эритроциты загружаются здесь углекислым газом, чтобы сдать этот багаж в легких **.

Насыщаясь кислородом или отдавая его, молекула

---

* По существу, это хлорофилл, в котором вместо магния железо. К той же весьма деятельной семье «цветных» белков принадлежат и цитохромы, или дыхательные ферменты, которые в митохондриях животных и растений переносят электроны с окисляемых питательных веществ на кислород. Освобождающаяся при этом энергия насыщает АДФ, превращая ее в АТФ.

** Углекислый газ соединяется не с металлами, а с глобином и плазмой крови.

гемоглобина то сжимается, то расширяется. «Мне хочется, — пишет известный исследователь гемоглобина доктор П. Перутц, — назвать его «дышащей» молекулой, но парадокс здесь в том, что она расширяется, освобождая кислород, а не поглощая его». Без гемоглобина кровь растворяет в себе в 70 раз меньше кислорода.

Окись углерода, которой много в выхлопных газах и в плохо прогоревшей печи, еще быстрее, чем кислород, идет на связь с металлами дыхательных белков. И расстается с ними очень неохотно: лишь через несколько часов, и то, если угоревший человек прогуляется по свежему ветерку. Когда в воздухе, которым мы дышим, только полпроцента окиси углерода, половину гемоглобина нашей крови быстро оккупирует угарный газ и не пускает в него кислород. И человек может задохнуться.

А чтобы он еще эмбрионом не задохнулся в чреве матери, природа наделила человеческие зародыши сверхчувствительным фетальным гемоглобином. Он прямо рвется на связь с кислородом, буквально выхватывая его из материнской крови, притекающей к плаценте, хотя парциальное давление газа-окислителя в ней совсем невелико. Родившись и благополучно прожив пять месяцев, младенец теряет весь свой фетальный, зародышевый, гемоглобин и создает в себе гемоглобин «взрослый».

200 ТЫСЯЧ КИЛОМЕТРОВ ЭРИТРОЦИТОВ

Много ли кислорода уносит с собой молекула гемоглобина? Всего восемь атомов. Но в каждом эритроците 265 миллионов молекул гемоглобина. А в каждом кубическом миллиметре крови — 5 миллионов эритроцитов. Во всех 5 литрах ее, циркулирующих по нашим венам и артериям, эритроцитов 25 триллионов!

Если их выложим все в ряд, бочком к бочку, как далеко протянутся наши эритроциты?

На километр-два?

Или, может быть, от Москвы до Ленинграда?

Нет, почти до Луны! На 200 тысяч километров!

Если какой-нибудь дотошный скептик, не доверяя расчетам, задумает пересчитать под микроскопом все эритроциты в крови человека, он ухлопает на это безнадежное занятие... полторы тысячи лет!

Каждую секунду в нашем красном костном мозгу * совершается 10 миллионов митозов и рождаются на свет 10 миллионов кровяных клеток. Костный мозг производит не только эритроциты, но и тромбоциты (400 миллиардов в сутки!) и лейкоциты (30 миллиардов): моноциты, нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. Лишь лимфоциты рождаются в селезенке, миндалинах и лимфатических узлах.

Моноциты, лимфоциты, нейтрофилы, эозинофилы и базофилы — это все разновидности лейкоцитов, то есть белых кровяных телец **.

По виду они разные, но у всех есть ядра, все бесцветные, все ползают, как амебы, и все храбрые солдаты: защищая наше здоровье днем и ночью, без отдыха и перемирия сражаются с микробами. И если человек жив и не болен, то обязан он этим главным образом своим лейкоцитам. И, как солдаты, они живут недолго: два-четыре дня (а лимфоциты и вовсе четыре часа!). Почти все гибнут на полях сражения, «объевшись» бактериями.

Если, прорвав пограничные заслоны кожи и слизистых оболочек, в наше тело проникнут микробы, сейчас же по кровеносным сосудам с током крови и «пешком», то есть своим ходом, помчатся туда лейкоциты. Добираются до ближайшего к зараженному месту капилляра, а потом, работая псевдоподиями ***, как руками и ногами, пролезают через капиллярную стенку в межклеточные промежутки тканей. Пробираются между клетками со скоростью 3 сантиметра в час. Для таких крошек немало. Если учитывать пройденный путь не в сантиметрах, а в диаметрах тела бегуна, то получится, что лейкоциты спешат к месту сражения лишь в несколько раз медленнее скаковой лошади.

Атаку на микробов лейкоциты ведут по всем правилам военного искусства: в строгом взаимодействии всех родов лейкоцитного войска. Одни боевые подразделения лейкоцитов выделяют отравляющие вещества, которые

* В грудиие, лопатках, черепе, позвоиочиике и суставах. Бывает еще желтый костный мозг. В ием кладовые жира.

** Больше всего в иашей крови иейтрофилов (60—70 процеитов), и все они гибнут через три дия после облучеиия гамма-лучами (например, при атомиых взрывах), оставляя оргаиизм совершеиио беззащитиым перед иатиском микробов.

*** Псевдоподиями, ложноиожками, иазывают то появляющиеся, то исчезающие языковидиые выросты — иожки амебы.

убивают бактерий. Другие, так сказать, дегазируют — обезвреживают яды бактерий своими антителами*. Третьи, наконец (нейтрофилы и моноциты), хватают псевдоножками живых и мертвых бактерий (помните, как схватила амеба водоросль?) и «глотают» (биологи говорят — фагоцитируют). Наглотавшись бактерий, лейкоциты погибают. Нейтрофил, прежде чем умереть от самоотверженного обжорства, съест двадцать пять бактерий, а моноцит — даже сто!

Место, где разыгрываются сражения между лейкоцитами и микробами, воспаляется и краснеет от притока крови со все новыми и новыми бойцами. Мертвые клетки, пораженные бактериями, живые и мертвые лейкоциты устилают собой, а иначе говоря — гноем, поле боя.

НАШЕ БЕДНОЕ СЕРДЦЕ – СВЕРХМОЩНЫЙ НАСОС

Мы говорим: «Кровь течет, кровь притекает...» Кто же ее толкает? Кто (или что), подгоняя, заставляет течь?

Этот замечательный двигатель, самый совершенный в мире мотор — наше сердце.

Впервые кровеносная система появилась на свет вместе с древними червями. Но сердца у них еще не было. Вернее, сердцем была вся спинная артерия. Ее стенки, ритмически сокращаясь, гнали кровь по сосудам.

Первое сердце мир увидел у потомков червей — так называемых плеченогих животных. Они живут в двустворчатых раковинах и похожи (внешне) на ракушек или... римские светильники.

Когда черви, эволюционируя, произвели на свет моллюсков, у них уже было двухкамерное сердце с предсердием и желудочком.

Развивался животный мир, совершенствовалось и сердце. По сути дела, у нас с вами два сердца —

* Антитела — особые белки, обезвреживающие антигены (чужеродные вещества, попавшие в организм), создаются главным образом похожими на лимфоциты плазматическими клетками селезенки, лимфатических узлов и кишечника.

«правое» и «левое», хотя они и объединены в один орган.

Ведь кровь по нашему телу течет двумя путями: большим и малым кругом. Большой круг — это путь от сердца (от левой его половины) к разным органам и тканям и обратно (в правое предсердие). По малому же кругу (от «правого» сердца) кровь устремляется в легкие. Там сдает она ненужный нам груз — углекислый газ и получает очень нужный — кислород.

Две перегородки, продольная и поперечная, крест-накрест разделяют сердце человека на четыре камеры. Продольная перегородка сплошная, в поперечной есть отверстия. Через них кровь из верхних камер (левого и правого предсердия) устремляется в нижние (левый и правый желудочки). Ритмичными сокращениями кровь прогоняется из предсердий в желудочки всегда в одном направлении — вниз. Вверх ее не пускают клапаны. Это хитроумное устройство напоминает собой двери, которые могут открываться только в одну сторону. Но, возвращаясь обратно к сердцу, кровь из органов, которые лежат ниже сердца, должна подняться вверх. Для этой цели служат другие «двери»: они открываются тоже в одну сторону, но уже снизу вверх. Это клапаны вен — сосудов, по которым кровь течет к сердцу.

От сердца (из левой его половины) она бежит сначала по аорте. Это эластичная, из мышц, трубка диаметром в 3 сантиметра. Чем дальше от сердца, тем больше ветвится аорта, отсылая во все органы отпрысков своих — артерии. И чем дальше от сердца, тем меньше и меньше калибр артерий. Врезаясь в ткани органов, артерии, ветвясь, обращаются в мельчайшие сосуды — артериолы. На этом дробление несущих кровь сосудов не кончается: артериолы дают начало бесчисленным «волосяным» сосудикам — капиллярам.

Стенка капилляра устроена особо и напоминает ситечко. В дырки между клетками, которые лежат в ней только в один слой, свободно уходят из капилляра в ткани кислород и питательные вещества (пролезают в них, расталкивая клетки, чтоб дырка стала пошире, и лейкоциты). Через поры в капиллярах кровь насыщается углекислым газом и отработанными продуктами жизнедеятельности. Капилляр нигде не обрывается, не

исчезает внезапно, а, слившись с себе подобным, постепенно увеличивает свой калибр и превращается в венулу. Венулы соединяются в вены. А те несут кровь опять в сердце. Значит, круги нашего кровообращения всюду замкнуты.

Сердце человека с такой силой выбрасывает кровь в артерии, что она обегает все тело и возвращается к месту старта в среднем за 20 секунд!

В артериях кровь пробегает за секунду полметра, в венах — 6—8 сантиметров, а в капиллярах — лишь миллиметр. За рабочие сутки наше бедное сердце развивает мощность в 270 лошадиных сил, перегоняя по сосудам 10 тысяч литров крови.

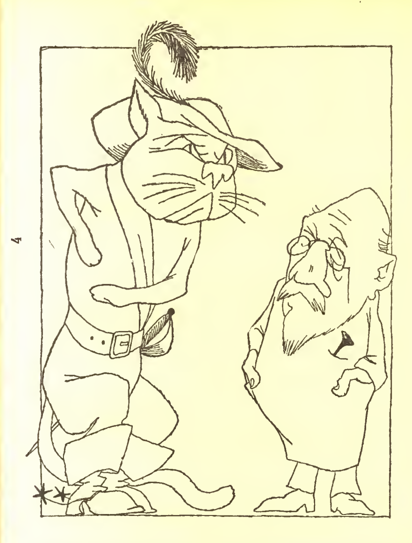
Это средняя норма дневной выработки бригады грузчиков. Но у сердца не восьмичасовой рабочий день: оно толкает кровь круглые сутки — ночь за ночью, день за днем, почти от самого зачатия и до смерти. Если оно остановится на 3—4 секунды, человек теряет сознание. А если не будет биться несколько минут — придет смерть.

За 70 лет жизни сердце, сокращаясь 2 миллиарда 600 миллионов раз, перекачивает 250 миллионов литров крови! Такую работу совершил бы сверхмощный эскалатор, поднимая нагруженный товарный поезд на вершину Эвереста. Работоспособность поразительная: ведь мотор-то малолитражный, сам весит только 300 граммов.

И малолитражный и экономичный: за всю жизнь «сгорает» в нем лишь около 3 центнеров сахара. Мир не знает более «скромного» двигателя. Заметьте также, что он работает без перерыва и днем и ночью, никогда не перегревается, и никто не ремонтирует его ни текущим, ни капитальным ремонтом. Лишь небольшой паузы в одну треть секунды между каждым рабочим ходом ему достаточно, чтобы и отдохнуть и заправиться горючим для нового сокращения, которое с прежней силой гонит кровь по артериям.

ЗАЧЕМ НАМ СЕЛЕЗЕНКА?

Когда я говорил, что кровеносные сосуды в нашем теле всюду замкнуты, один переходит в другой, нигде не обрываясь, я не сказал, что из этого правила есть исключение. Селезенка, большой гладкий «боб» в левом



подреберье, подчиняется закону замкнутого кровообращения лишь наполовину. Строгая замкнутость капиллярной сети в селезенке тоже есть, но местами она нарушается, и кровь свободно изливается в ткань органа. Селезенка впитывает ее как губка и приберегает для нужного момента. Такой момент может наступить во время физического напряжения. Тогда селезенка быст-

ро сокращается (кто не знаком с внезапной болью в левом боку, когда быстро бежишь?) и выбрасывает в кровоток дополнительную порцию крови. «Боб» при этом как бы производит переливание крови собственными силами.

Древние врачи называли селезенку «органом, полным тайн». «Селезеночные соки» приводят человека в плохое настроение, думали тогда. Недаром слово «сплин», то есть хандра, по-английски также и название селезенки.

Если верить поэту, то сплин терзал даже знаменитого Кота в сапогах. Как известно, этот плут остался при дворе «и был в чины произведен». Временами он ловил все-таки мышей, «чтобы себя развлечь и сплин, который нажил под старость при дворе, воспоминанием о светлых днях минувшего рассеять».

К этой весьма невеселой репутации селезенки часто добавляют еще одно безрадостное слово — кладбище.

В крови человека каждый день гибнет и заменяется новыми примерно 450 миллиардов эритроцитов, 30 миллиардов лейкоцитов и свыше 400 миллиардов тромбоцитов. Вся эта армия обреченных клеток, проходя через сосудистое русло селезенки, надолго задерживается в ней. Ток крови здесь замедленный, и отмирающие, отслужившие свой срок кровяные элементы распадаются в селезенке. Потом они растворяются, и из них организм начинает строить новые клетки.

Точно так же селезенка «выуживает» из крови болезнетворные микробы и другие вредные вещества, за это полезное дело ее часто называют фильтром.

Есть у селезенки еще одна обязанность: контроль за работой творящих кровь «конвейеров» костного мозга. В костном мозге, как уже говорилось, создаются все кровяные тельца, кроме лимфоцитов. Но сам костный мозг не в состоянии определить качество своей продукции: готова ли она или ее еще надо доделать. Зато хорошо в этом разбирается селезенка и не позволяет выпускать в кровяное русло неполноценные кровяные клетки, задерживает их.

И еще одна загадка селезенки: как ни важна ее служба, однако без вреда селезенку можно удалить. Больше того, иногда человек без селезенки не только неплохо себя чувствует, но даже излечивается от некоторых болезней.

Бывает такая болезнь, когда у человека кожа покрывается вдруг черными пятнами, как шкура у леопарда. Скорбя о несчастной судьбе своей, человек горько плачет и плачет не слезами, а... кровью. И кровяные слезы, и кровоподтеки на коже порождены одной причиной: мало в крови тромбоцитов.

Это мельчайшие сферические клеточки без ядер диаметром втрое меньше эритроцитов. В 5 литрах крови — полтора триллиона тромбоцитов. А когда их меньше, то кровь плохо свертывается, человека мучают кровотечения и кровоизлияния под кожу и в различные органы. Как уже говорилось, селезенка контролирует кроветворную работу костного мозга. Одной из причин уменьшения тромбоцитов может быть ее слишком строгий контроль.

Тромбоциты — многочисленные «дети» гигантских материнских клеток, называемых мегакариоцитами. Мегакариоцит умирает, давая жизнь тромбоцитам. Происходит это так: своими псевдоподиями громадная клетка вползает в венозный капилляр и начинает отшнуровывать от тела одну за другой крохотные пластинки до тех пор, пока не израсходуется вся протоплазма. Остается лишь ядро. Ненужное, оно сморщивается и постепенно рассасывается. Естественно, если селезенка превысит свои полномочия и слишком затормозит работу костных конвейеров, то тромбоциты перестанут рождаться и в нужном числе поступать в кровь. Оперативное же удаление чересчур ретивого контролера излечивает больного.

ГРУППЫ КРОВИ

Идея о том, что от человека человеку можно перелить кровь, стара как мир. Случалось, что реализация ее приносила людям спасение, но чаще человек с прилитой чужой кровью погибал в мучениях.

Австрийский врач Карл Ландштейнер первым в начале нашего века понял, отчего происходят удачи и неудачи при переливании крови.

Однажды он смешал на тарелке капли крови шести своих коллег и посмотрел в микроскоп. То, что он увидел, заставило призадуматься... На тарелке одни эритроциты сбились в кучки и напоминали гроздья винограда.

Но другие не склеились, и в линзы было видно, что они лежат сами по себе, отдельно.

Ландштейнер решил, что «виноградные гроздья», иначе говоря, слипание эритроцитов происходит тогда, когда встречаются особые вещества эритроцитов с другим веществом, которое плавает в жидкой фракции крови, то есть в плазме или сыворотке. Вещество эритроцитов Ландштейнер назвал антигеном, его врага в сыворотке — антителом, а склеивание — реакцией агглютинации.

И сразу стало ясно, почему раньше благополучное переливание крови удавалось редко. Оказывается, антигены эритроцитов у разных людей разные. Разные у них и антитела. И агглютинация случается, когда встречаются несовместимые антигены и антитела.

По тому, какие в ней антигены и антитела, кровь человеческую медики разделяют на четыре основные группы: 0, А, В и АВ.

В нулевой, или первой, группе вообще нет антигенов. Вот почему эту кровь можно перелить любому человеку: агглютинации не случится, так как с донорской кровью не будут внесены чужеродные антигены.

Группа четвертая, АВ, не несет в своей плазме никаких антител, и поэтому к ней можно прилить кровь любой другой группы, чужеродные антигены некому будет «опротестовать»: нет их врагов — своих антител. А вот совместимость и несовместимость двух других групп решается несколько более сложно.

Группа крови человека	Антигены в эритроцитах	Антитела в плазме	Группы, к которым можно перелить кровь этой группы	Группы, от которых можно перелить кровь к этой группе
0(I)	—	а, в	0, А, В, АВ	0
А(II)	А	в	А, АВ	0, А
В(III)	В	а	В, АВ	0, В
АВ(IV)	А, В	—	АВ	0, А, В, АВ

Если заранее обдуманно подбирать кровь донора к крови реципиента — того, кому ее вливают, — то переливание крови станет безопасным. Стоит ли говорить, сколько человеческих жизней спасло это открытие.

Некоторые биологи задают себе вопрос: не зависит ли от группы крови врожденная стойкость людей по отношению к некоторым болезням?

По-видимому, все-таки зависит. Статистика доказывает, что у людей с группой 0 чаще бывает язва двенадцатиперстной кишки (Англия, Дания, Норвегия, Австрия, США и Япония), с группой АВ — рак и язва желудка (Англия, Дания, Швейцария, Италия, США и Австралия).

И у супругов с разными группами крови нежизнеспособные дети рождаются чаще.

Химерами древние греки называли мозаичных, так сказать, чудовищ — слепленных, подобно сфинксу или грифону, из кусочков разных животных. Скажем, тело козье, хвост дракона, голова львиная (а из пасти, как из огнемета, бьет фонтаном адский огонь!).

Биологи (помимо одной породы странных рыб) называют химерами не сказочных созданий, а существ вполне реальных и совсем не страшных (многие весьма даже миловидны!).

Одна такая милая девушка-«химера» (в науке известная как «мисс М.») решила однажды стать донором. Как и полагается, сначала надо установить ее группу крови. Но медикам это простое дело далось нелегко. В капле крови «мисс М.», к которой прилили сыворотку с антителами против антигена группы А, некоторые эритроциты склеились, но многие и нет. Тогда попробовали сыворотку с другими антителами, потом с третьими, четвертыми... И только когда врачи прибавили сыворотку первой группы, все эритроциты «мисс М.» слиплись.

Оказывается, у этой девушки не вся кровь была собственной, значительная часть досталась ей от брата-близнеца. Вот такое смешение крови близнецов биологи и называют химерой.

Эритроциты эмбрионов-близнецов нередко попадают от одного к другому и там остаются. Эти переселенцы мирно уживаются с местными эритроциами и антителами под покровительством материнского тела, то есть до



рождения. Но если уж прижились, то и после рождения продолжается их бесконфликтное сосуществование.

Не всякие близнецы носят «химер» в крови, а только так называемые неидентичные, происходящие из двух отдельно оплодотворенных половых клеток. У таких близнецов наследственность разная, поэтому разными могут быть и группы крови.

Антигены, которыми «нафаршированы» эритроциты,

числом обильнее известных науке групп крови (а известно их сейчас вместе с подгруппами уже более четырех) и все происходят из вещества, условно обозначенного буквой H. В эритроцитах любой группы есть вещество H. Мутации, которые и сейчас потрясают нашу наследственность, за миллион лет, пока обезьяна «происходила» в человека, изменили вещество H в новые, более молодые (в эволюционном смысле) антигены. Они теперь задают тон, определяя химические свойства эритроцитов (и следовательно, группу, к которой относят его медики). Но древнее вещество H в той или иной дозе неизменно присутствует рядом с новым антигеном.

Ноль как символ первой группы крови вовсе не означает пустоту, а говорит лишь о том, что в эритроцитах нет антигенов A и B. Вместо них есть зато вещество 0 — тоже полноправный групповой антиген.

Антиген A часто проявляет себя в трех разных лицах: A_1, A_2 и A_3. И совсем недавно открыли еще одну его разновидность — антиген A_4.

Групповые антигены, как видно, очень прочно «построены».

Проходят века, целые народы и цивилизации исчезают с лица Земли, а структура антигена не меняется. Американский ученый Бойд исследовал человеческие останки, вырытые антропологами из старых могил Мексики, Перу и Египта, и установил, что почти всех людей, населявших в древности эти страны, согревала кровь группы B.

Антигены, от которых зависят группы крови, наполняют не только эритроциты. Есть они во всех тканях и жидкостях нашего тела, кроме мозга и нервных клеток. Одни из них растворяются в жирах, другие в воде (тогда и покидают нас в минуты горя вместе со слезами).

Я уже говорил, что эритроцит буквально «нафарширован» антигенами: их в нем больше 50.

Как правило, каждому антигену соответствует враждебное ему антитело, и эта «несовместимая» пара составляет особую систему, которую принято называть по первой букве или по всей фамилии того человека, в крови которого был открыт антиген.

Есть антигенная система Кидд, Келл-Келано, система Лютеран, Даффи, система P-p.

Но самая, пожалуй, знаменитая из них система «резус».

РЕЗУС-ФАКТОР

Еще перед войной ученые Левин и Стетсон близко подошли к разгадке тайны фетального эритробластоза — тяжелой болезни новорожденных, когда у детей происходит распад красных кровяных телец.

Казалось, злой рок преследовал некоторые семьи. Только первый ребенок (и то не всегда) рождался здоровым.

Левин и Стетсон решили, что виной здесь несовместимость антигенов и антител. Но каких именно, тогда сказать не могли.

Этот злосчастный антиген Rh, или резус-фактор, нашли сначала в крови обезьяны макаки-резуса, а потом уже у людей. Примерно 85 процентов европейцев несут его в своих эритроцитах: у них кровь, как говорят, резус-положительна. Но у других 15 процентов она резус-отрицательна, то есть лишена антигена.

Может случиться (и случается такое нередко!), что муж несет в своей крови резус-фактор, а жена — нет. Тогда, если ребенок унаследует кровь матери (резус-отрицательную), он родится здоровым. Но если по наследству отец передаст ему свой резус-фактор, то семью ждет трагедия, по-научному именуемая резус-конфликтом.

Если в плаценте, которая заменяет зародышу и легкие и желудок, есть какой-нибудь дефект, то кровь эмбриона может просочиться в кровь матери. И если просочившаяся кровь несет резус-фактор, а у матери его нет, тогда, подчиняясь биологическому закону «неприятия чужого», ее лейкоциты сразу начнут производить и выбрасывать в кровь антитела к новому для них антигену.

Позднее, когда женщина начнет вынашивать второго ребенка, эти антитела через тот же или иной дефект в плаценте попадут в кровь эмбриона и произойдет фетальный эритробластоз. То есть, по существу, та же реакция, которую Ландштейнер наблюдал впервые на фарфоровой тарелке: антитела, атакуя антигены, заставляют эритроциты слипаться. Слипаясь, те разрушаются. И если случай тяжелый, то у эмбриона разрушается так много эритроцитов, что он погибает до рождения. Но часто рождается и вскоре умирает.

Теперь, когда причины резус-конфликта стали хорошо известны врачам, новорожденным младенцам с фетальным эритробластозом делают массивные или тотальные переливания крови, заменяя почти все или все их эритроциты новыми. А резус-отрицательных матерей обслуживают особые родильные дома, которые всегда готовы спасти их кровно «несовмещающихся» детей.

Несовместимость по резус-фактору угрожает гибелью не только младенцам, но и многим взрослым, которым неквалифицированно переливают кровь. Но тут все наоборот: страдает не тот, у кого есть резус-фактор, а тот, у кого его нет. Опасно переливать резус-положительную кровь человеку с кровью резус-отрицательной: его антитела, атакуя чужеродный антиген, заставляют эритроциты агглютинировать, а за этим следует смерть.

Каждый человек с резус-отрицательной кровью должен был бы носить у себя на груди, на видном месте, татуировку: «Я резус-отрицательный!», чтобы если случится с ним беда и он потеряет сознание (при какой-нибудь катастрофе), ему в спешке, желая спасти, не перелили бы резус-положительную кровь.

Не всем народам страшен резус-конфликт. Есть страны, в которых почти все люди (а не 85 процентов, как в Европе) несут в эритроцитах резус-фактор. Он настолько распространен в Африке, что его часто называют также африканским антигеном.

Новорожденным японцам и вообще всем малышам Азии злополучный «резус» тоже почти не угрожает. Известно, что и американские индейцы, можно сказать, поголовно наделены антигеном Rh.

Напротив, испанские баски, ближайшие, как теперь считают некоторые лингвисты, родичи грузин, поселившиеся на другом конце Европы, в Пиренеях, могут быть очень ценными донорами: у них, как правило, резус-отрицательная кровь. (Если грузины действительно кавказские баски, как иногда утверждают, то и у них антиген Rh не должен, по-видимому, преобладать.)

Человеческие расы, развиваясь в известной изоляции одна от другой, вместе с разными расовыми особенностями приобрели (путем мутаций) и закрепили в своей наследственности (путем естественного отбора) преимущественно те или иные антигены и антитела, а вместе с ними и группы крови.

В Западной Европе, например, в среднем только



4 процента людей наделены четвертой группой крови (то есть АВ); 47 — группой А (то есть второй); 6 — группой В; 43 процента европейцев «универсальные доноры»: у них нулевая (первая) группа.

В Азии же совсем иное соотношение: там преобладают «универсальные реципиенты» (АВ) и обладатели третьей группы (В).

Некоторые фантасты в своих мечтах о невозможном называют человека пришельцем из других миров. Но, увы, человек — существо насквозь земное. Корнями всех веществ, его составляющих, он уходит глубоко в земную почву. Лишнее доказательство его автохтонного, местного, происхождения — групповые антитела и антигены в человеческой крови. Их природа создала задолго до того, как обезьяна породила первого человека.

Антиген А, например, очень широко, как говорят, распространен в животном царстве. Его нашли не только у людей, но и в эритроцитах баранов и свиней. Антиген В имеет близкого родича в крови кролика. Больше того: наше кровное родство со всякой жизнью на планете Земля перешагнуло мир зверей и вступило в расти-

тельное царство. Семена многих растений наделены, оказывается, веществами, которые весьма сходны с защитными антителами животных. Бойд, один из исследователей этого удивительного феномена, рассказывает о своем открытии так:

«Я попросил одного из моих ассистентов купить сушеной лимской фасоли. Почему я попросил купить именно лимскую фасоль, а не обычную фасоль или горох, я не знаю до сих пор. Однако если бы мы купили любой другой сорт фасоли, мы бы не открыли ничего нового. Лимскую фасоль размололи и растворили в солевом растворе. Полученный экстракт интенсивно агглютинировал эритроциты одних людей и очень слабо либо совсем не агглютинировал эритроциты других. Нам стало ясно, что агглютинин из лимской фасоли полностью специфичен для А-антигена человека». (Так же враждебен по отношению к нему, как и антитело «а» кровяной плазмы.)

Чтобы новыми фактами укрепить идею о человеческой «приземленности», расскажем о тканевых антигенах, еще более универсальных для всего живого на Земле веществах.

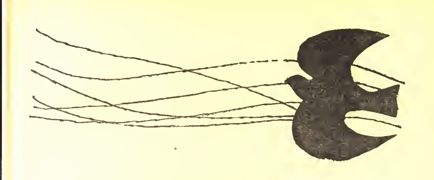
В мышцах сердца человека есть, например, антиген, который чувствует себя как дома и в сердце обезьяны, быка, курицы, ежа, ужа и лягушки. Антигены, обосновавшиеся в хрусталиках глаз, одни и те же у многих видов животных. Антигены человеческих волос близки к антигенам рогов и копыт разного копытного и рогатого скота.

Так что если человек и прилетел когда-нибудь очень давно с Марса или еще откуда, то не иначе как на сверхноевом ковчеге, на котором хватило места для всей живности, ползающей, плавающей, летающей, прыгающей и цветущей теперь на Земле.

ГЛАВА VIII

Добывают хлеб свой насущный





САМЫЙ МИНИАТЮРНЫЙ В МИРЕ РОТИК

Помните амебу: я рассказывал, как она питается. Ползла, ползла и наткнулась на зеленый шарик — микроскопическую водоросль, обняла ее ложноножками, обтекла полужидким телом со всех сторон, и водоросль уже внутри амебы.

С амебы все и началось. У нее (и ее родичей жгутиконосцев) был первый в мире желудок. Вернее, первая импровизированная модель желудка: пищеварительный пузырек — вакуоль.

Как только водоросль (или бактерия), «утонув» в амебе, погружается в ее протоплазму, сейчас же эта протоплазма как бы немного отступает от своей добычи, и в пустоту натекает жидкость: внутри амебы (и вокруг водоросли), образуется пищеварительная вакуоль *.

«Пищеварительная» потому, что в соках, ее наполняющих, растворены разные ферменты. Например, пепсин, которого немало и в нашем желудке. От этих ферментов жгутиконосцы (амебы «глотают» их порой по сто штук!) через сутки, а то и через полсуток превращаются в... молекулы: глюкозу, мальтозу, глицерин, жирные кислоты и в пептиды.

* Не путайте ее с пульсирующей вакуолью, которая своего рода «сердце» амебы!

В общем, перевариваются. Потом всасываются в протоплазму амебы из вакуоли-желудка. А что не переварилось, амеба в себе не бережет, выбрасывает наружу: вакуоль течет вместе с протоплазмой к краю амебы — любому концу ее тела — и, прорвавшись через тонкую пленочку эктоплазмы, то есть через «кожу» амебы, выливается прочь.

Значит, 2—3 миллиарда лет назад в мире уже просило есть нечто похожее на желудок.

Вторым изобретением по части добычи и переработке пищи был рот. Первую его модель, еще очень примитивную, мы видим у древнейших животных (или растений?) — у жгутиконосцев. Их самый миниатюрный в мире ротик жадно раскрылся малюсенькой дырочкой на крохотном тельце у корней беспокойных жгутиков. Но вначале это была даже и не дырочка, а «воспринимающий» бугорок — кусочек мягкой и липкой протоплазмы. Затем липкий бугорочек словно провалился внутрь и получился ротик. Его немного усовершенствовали потомки древних жгутиконосцев — обросшие ресничками инфузории.

Реснички на инфузории колышутся, как хлеб в поле; гребут по воде, словно весла у галеры, и инфузория плывет. Эти же реснички загоняют и пищу (бактерий) в рот — глубокую воронку в теле инфузории. На самом дне воронки навстречу попавшим туда бактериям приблизительно каждые две минуты образуется пищеварительная вакуоль. Заключив пленников в свои соки, она отрывается от воронки и отправляется в турне по инфузории. Путь вакуоли внутри протоплазмы вполне определенный: обычно вперед, к переднему концу инфузории, потом полукруг направо и снова назад, к месту старта, опять поворот и вперед — цикл замкнулся. Но вакуоль не остановилась: снова кружится маршрутом, нам известным.

Описав вместе с вакуолью несколько таких кругов, пища в ней переваривается. Переваривают ее в основном те же самые биологические катализаторы — ферменты, которые работают в нашем желудке и кишках. Изобретены они были на заре жизни и с тех пор почти не менялись.

И так же, как внутри нас, пища в инфузории, перевариваясь, проходит через две фазы — кислую и щелочную. Сначала сок в вакуоли кислый (как у нас в ж-

лудке). Он убивает и чуть разлагает бактерий, действуя на них кислотой и ферментом пепсином. Потом постепенно (к концу первого оборота) сок, наполняющий импровизированный желудок инфузории, превращается в щелочной, и тогда за дело принимается трипсин (как у нас в тонких кишках).

То, что ни пепсину, ни трипсину, ни другим ферментам переварить не удается, вакуоль выбрасывает вон, но не где попало, как у амебы, а только в одном определенном месте — через порошицу на заднем конце тела инфузории. Значит, уже и отверстие, противоположное рту (не входное, а выходное), освобождало наших одноклеточных предков от обменных шлаков.

Но потом, позднее, про него на время вроде бы забыли. У одних из первых на Земле многоклеточных животных, кишечнополостных, был только рот — входное отверстие для пищи да слепо замкнутый желудок — кишка. А выходного — анального, порошицы — не было. Не было его (и до сих пор нет) и у низших, так называемых плоских червей.

Но круглые черви, развившиеся из червей плоских, снова обзавелись порошицей, без которой отлично обходились (и обходятся) кораллы и медузы.

Наконец, появляются в море рыбы и вместе с ними весь набор пищеварительных органов — от зубов до прямой кишки. С тех пор, хотя рыбы, эволюционируя, превратились в амфибий, от которых произошли рептилии, а от них — птицы и звери, пищеварительный механизм, действующий внутри всех позвоночных, остался, по существу, таким же, каким был у первых рыб, развившихся в воде пятьсот миллионов лет назад.

ПИЩЕВАРЕНИЕ № 1

Каков же в общих чертах этот механизм?

Пища изо рта попадает сначала в желудок. Там встречают ее соляная кислота и ферменты: пепсин, разлагающий белки, и реннин — специалист по казеину, который переваривается особенно трудно. Желудок, периодически сокращаясь, мнет и встряхивает пищу, превращает ее сначала в пюре, потом в густой суп — химус.

Через час или через четыре часа желудок уже пуст.

Химус весь перетек в тонкую кишку. Это трубка из мышц и слизистых тканей длиной так метров семь (у человека) * и толщиной в дюйм (два с половиной сантиметра).

Часть тонкой кишки, которой она начинается от желудка, называют двенадцатиперстной (длиной она в 12 положенных поперек перстов — около 25 сантиметров). В нее несут и вливают свои соки поджелудочная железа и желчный пузырь. Да и сама двенадцатиперстная кишка добавляет в химус немало разных ферментов: карбоксипептидазу, аминопептидазу, энтерокиназу, мальтазу, сахаразу, лактазу... Все они, как и ферменты поджелудочной железы (трипсин, липаза, амилаза, рибонуклеаза) и желчь, действуют только в щелочной среде, и поэтому лакмус посинеет, если капнуть на него соком тонких кишок.

В тонких кишках пищеварение, начатое еще в слюне и желудке, заканчивается. Все ферменты и желчь ** сообща превращают белки, жиры и углеводы растертой зубами и желудком пищи в пептиды, аминокислоты, глюкозу, мальтозу, фруктозу, глицерин, жирные кислоты и другие вещества, молекулы которых достаточно малы, чтобы пройти через поры кишечных ворсинок в кровь и лимфу.

Это называется всасыванием. Оно начинается и заканчивается в тонких кишках (только спирт и некоторые яды проникают в кровь еще в желудке, а вода — в толстых кишках).

Через восемь примерно часов все, что можно переварить, уже переварено ***, что можно всосать, тонкие кишки всосали, а неперевариваемые остатки химуса, поки-

* У травоядных животных, пища которых труднее переваривается и медленнее всасывается, тонкие кишки раз в двадцать-тридцать длиннее тела, а у плотоядных хищников — всего в три-пять раз.

** В желчи пищеварительных ферментов нет, а только желчные соли, которые, дробя жир на капельки, образуют эмульсию. Ферменту липазе капельный жир легче разлагать на глицерин и жирные кислоты.

*** Имеется в виду график пищеварения человека. У других позвоночных, особенно у холоднокровных, механика этого дела срабатывает не всегда так резво. У камбалы, например, пищеварение затягивается на 40—60 часов.

нув их, устремляются в толстые кишки. Там уже никакого пищеварения нет: только вода из химуса впитывается в наше тело.

Через двадцать часов (или через сутки) толстые кишки, опорожняясь, выбрасывают экскременты. В них очень много бактерий — почти половина того, от чего освобождается кишечник как от ненужного шлака.

У животных и человека по всему пищеварительному тракту, от его начала и до конца, особенно в толстых кишках, миллиардными колониями поселились бактерии. Многие из них никакого вреда не приносят, а некоторые и вовсе полезны.

Они оказывают нам важную услугу: обогащают проглоченную пищу белком и витаминами. За каждым обедом мы перевариваем вместе с пищей бесчисленные легионы «доморощенных» кишечных бактерий, которые размножаются, однако, быстрее, чем мы успеваем их съедать.

Какова численность этих легионов, населяющих наши кишки, с точностью неизвестно. Но подсчитано, что корова, например, съедает ежедневно 34 грамма бактерий, размножающихся в желудке, а это около 3 процентов ее суточного белкового рациона.

БАКТЕРИИ — ЕГО ПОМОЩНИКИ

Все питающиеся деревом жуки-дровосеки, и жуки-сверлильщики, моль, поедающая шерсть, и насекомые, сосущие соки растений, и сосущие нашу кровь комары без помощи бактерий просто не могли бы существовать на своей однообразной диете.

Даже в крохотном тельце микроскопической амебы-пеломиксы живут бактерии. Амеба поедает полуразложившиеся остатки растений, «глотает», если предложить ей, кусочки ваты или бумагу. Бактерии сейчас же их окружают и всем «обществом» перерабатывают вату и бумагу в продукты вполне съедобные. Во всяком случае, амебы после этого неплохо их усваивают.

У личинок сверчков, мух, мошек и у многих жуков (майского навозного и жука-оленя) бактерии наполняют слепые выросты кишечника — своего рода «бродильные



чаны»: пища в них действительно бродит, словно пиво в пивоварне. Бактерии разлагают клетчатку — основное вещество, из которого состоит всякое растение. И то, что в «бродильном чане» после этого остается, всасывает кишечник насекомого.

Но даже бактериям не без труда удается расщепить клетчатку: процесс этот очень длительный. Через весь кишечник личинки майского жука пища обычно прохо-

дит за три-четыре дня, но, попадая в конце его в «бродильные чаны», задерживается здесь на два месяца. Только за это время бактерии успевают превратить клетчатку в сахар. По-видимому, из-за медленного пищеварения личинка майского жука так долго растет. Проходят годы, прежде чем она совершит свой метаморфоз и в образе бурого хруща теплым майским вечером выберется из-под земли.

Как бактерии-кормилицы попадают в кишечник хозяев, ученые установили, наблюдая за развитием зеленой мухи, пренеприятнейшего существа. У нее обнаружена целая система эстафетной передачи бактерий от поколения к поколению.

Личинки зеленой мухи носят бактерий в шарообразных ответвлениях кишечника. Но перед тем как превратиться в куколку, личинка изгоняет их из обжитых квартир. Часть бактерий попадает в специально приготовленное для них новое помещение (в особый «отсек» слюнной железы) и здесь сохраняется для потомства будущей мухи. Это своего рода семенной фонд. Излишек выбрасывается вон.

Бактерии, которым повезло, быстро размножаются в слюнных отсеках: железы мухи вырабатывают для их пропитания особый «бульон». А когда молодая муха выберется из оболочек куколки, бактерии совершают еще одно переселение: поближе к яйцекладу, в бактериальные депо у его основания. Каждое яичко, отложенное мухой, проходя мимо этих депо, заражается бактериями, и поэтому личинкам мухи, хотя едят они пищу, перед которой бессильны их собственные пищеварительные соки, не приходится голодать.

Ежегодно в клиниках всего мира хирурги, спасая заболевших аппендицитом, удаляют около двухсот тысяч человеческих аппендиксов. Наша подверженность этому заболеванию доказывает, что человек произошел от предков, которые поедали много всякой зелени. Ведь аппендиксы — червеобразные отростки слепых выростов кишечника (там, где тонкая кишка переходит в толстую), — которые воспаляются, когда в них попадает что-нибудь трудноперевариваемое, подобны «бродильным чанам» зеленой мухи и майского жука. В них поселяются бактерии, разлагающие клетчатку. Поэтому все растительноядные животные наделены большими аппендиксами. У людей они сохранились как бесполез-

ное атавистическое наследство, и их без вреда можно вырезать.

Но если удалить аппендиксы, скажем, у петуха (у птиц их два, а не один, как у нас), он умрет от голода, сколько бы ни съедал зерен и ягод. Лишь пища мясная, которую он сам, без бактерий, переваривает, может спасти его от голодной смерти.

Вегетарианская диета противопоказана петухам после аппендицитной операции. У хищников — ястребов и орлов — «бродильные чаны» маленькие: они ведь мясом питаются. А у тетеревов, рябчиков, глухарей, которые едят зимой только древесные почки, сосновую хвою и клюкву, — такие же длинные, как и весь остальной кишечник.

Двадцать лет назад биолог Гардер сделал любопытное открытие. И до него еще животноводы замечали странные повадки у некоторых животных: стремление поедать свой помет. Это считалось врожденным пороком. Но, оказывается, дело тут не в дурных привычках, а в физиологии. Когда Гардер отучил от скверной привычки подопытных мышей и морских свинок, они все умерли через две-три недели. Он установил, что в помете этих животных содержатся витаминизированные «пилюли» — цекотрофы. Их приготавливают бактерии в слепых кишках кроликов, зайцев, морских свинок, мышей, белок и многих других грызунов. Без цекотрофов, богатых, кроме витаминов, еще какими-то редкими веществами, животные не могут жить (кролики, правда, не умирают, но растут плохо). Цекотрофы образуются лишь в слепой кишке, а из нее попадают сразу в толстые кишки, и организм животного не успевает их усвоить. Лишь когда цекотрофы съедены, содержащиеся в них необходимые для жизни вещества поступают в кровь и ткани животного.

ПИЩЕВАРЕНИЕ № 2 И № 3

При всех процессах, о которых только что шла речь, пища «варилась» вне клеток, внутри желудка и кишок. Поэтому и назвали такое пищеварение «полостным внеклеточным», или первым, пищеварением. Еще недавно думали, что первое есть и последнее пищеварение, кроме него, другого нет.

Двести лет назад натуралисты Реомюр и Спалланцани положили кусочек мяса в пробирку и залили его желудочным соком. Мяса не стало: оно растворилось. Так, говорят, было открыто пищеварение. Повторяя их опыты, биологи еще в конце прошлого века заметили, что в пробирках, однако, пища переваривается в несколько десятков раз медленнее, чем в живом желудке и кишечнике. Хотя соки и ферменты были и там и тут одни и те же.

Думали сначала, что тут виной несовершенство техники пробирочного пищеварения. Но в наши дни техника шагнула так далеко вперед, что экспериментаторы могут «варить» пищу в лабораториях в таких же почти условиях, как это делает природа. Тут и необходимые ферменты, и перемешивание, и температура — словом, все, что нужно. Но, увы, результаты не те.

Тогда вспомнили про амебу, про лейкоциты и про то, что многие клетки сами умеют переваривать разные веществ и даже разных существ, которых в состоянии «проглотить». Это назвали фагоцитозом, а «охоту» клетки за нужными ей веществами — пиноцитозом.

Я о нем уже говорил: в клетке образуется углубление, оно замыкается в пузырек, или вакуоль. Вакуоль отрывается и уходит внутрь клетки вместе с захваченной в плен жидкостью и растворенными в ней веществами. И там за них принимаются клеточные органеллы — лизосомы и растворяют их.

Фагоцитозную и пиноцитозную трапезы клеток назвали внутриклеточным, или вторым, пищеварением. Понятно, что, включившись в общее дело, клетки кишечника, пиноцитируя, значительно ускоряют пищеварение. А в пробирках нет живых клеток, поэтому оно там идет медленнее.

Однако и пиноцитоз всех темных мест пищеварения, всех непонятных его тайн не объясняет. И вот недавно, несколько лет назад, советский физиолог Александр Михайлович Уголев открыл третье пищеварение: пристеночное, или контактное.

Совершается оно на поверхности клеток, выстилающих внутренние стенки тонких кишок. Они сплошь поросли здесь мельчайшими ворсинками — их 200 миллионов на каждом квадратном сантиметре кишки! И в этих ворсиночных джунглях оседают всевозможные ферменты: получается своего рода пористый катализа-

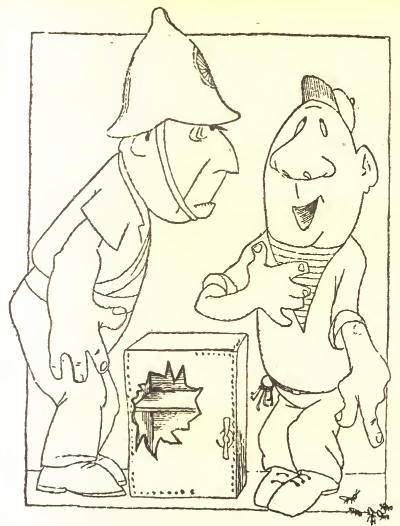
тор, вроде тех, с которыми работают химики, и поэтому пищеварение в пристеночной зоне протекает в очень энергичном темпе. Бактериям же вход в зону ворсинок закрыт: они не могут туда пролезть, потому что значительно крупнее промежутков между ворсинками. Значит, третье пищеварение идет в условиях весьма стерильных. А первое не стерильное: бактерии деятельно ему помогают.

ЧЕТВЕРТОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ – КОЛЛЕКТИВНОЕ

Термиты — самые удивительные создания в этом удивительном мире. Так утверждают некоторые исследователи. Живут термиты под или над землей, но в сооруженных из земли термитниках и галереях, не выносят света, а их нежные тела лишены красок, бледны, как призраки. Люди, не сведущие в зоологии, называют термитов белыми муравьями. Но это не муравьи, а совсем особенные насекомые, хотя и живут они, подобно муравьям, большими семьями, которые организованностью своей и совершенным разделением труда между членами общины напоминают хорошо устроенные государства. Правильнее их было бы назвать белыми тараканами, так как среди насекомых наиболее близкие родственники термитов — тараканы.

Термиты — бич тропических стран. В ненасытных желудках белых муравьев исчезают тонны строительного дерева. Термиты едят древесину, продукт столь же малопитательный, как бумага. (Едят, впрочем, и бумагу!) Как им удается все это переварить?

Ученые, которые занялись исследованием пищеварения термитов, сделали поразительные открытия. Оказалось, что в животе у них в особых карманах и ответвлениях кишечника обосновался целый мирок микроорганизмов: тут и инфузории, и жгутиконосцы, и бактерии. Более 200 различных видов простейших животных и растений. Все вместе весят они иногда половину термита! Микроорганизмы и переваривают клетчатку. Превращают ее в сахара, которые усваивает затем организм насекомого. Некоторые ученые считают, что клетчатку разлагают только бактерии, а инфузории и жгутиконосцы лишь незваные гости в кишечнике термита.



Если накормить термита пенициллином, обитатели его кишечника умрут, а потом погибнет и термит, но не от пенициллина, а от голода.

Переваривая с помощью микросожителей клетчатку, термит насыщается лишь углеводами. А белок? Он ему необходим, как и всякому живому существу. Какими путями получает его термит?

Разными. Во-первых, кишечник термита частично

переваривает своих кормильцев — бактерий и инфузорий, рабочий персонал «бродильного чана». Кроме того, среди многочисленных поселенцев кишечника термита обнаружены и чудо-бактерии, способные приготавливать пищу из воздуха: поглощая газообразный азот, они превращают его в белковые соединения. Третий источник пищевого протеина — кожа, шерсть, помет птиц и зверей, трупы насекомых и мертвые термиты, которых жадно поедают термиты живые.

Но этого мало. Ведь община термитов велика. Чтобы накормить всех, и в первую очередь личинок, молодых братьев и сестер и самку с самцом — родоначальников семьи, термиты разводят грибы.

Взрослые термиты, рабочие и солдаты, грибов не едят, однако продукты грибного меню, полупереваренные другими термитами, снабжают их организм белковой пищей. Ведь все обитатели термитника: и личинки, и рабочие, и солдаты, и самец с самкой — представляют, по сути дела, один... общий кишечник, разделенный лишь в пространстве на отдельные отрезки, заключенные в теле каждого термита. Любой, даже ничтожно малый, кусочек пищи не переваривается полностью в кишечнике одного какого-нибудь термита. Нет! В виде отрыжки, выпота на брюшке и других выделений пища передается, словно эстафета (небывалое дело!), от одного термита к другому и заканчивает все стадии переваривания не раньше чем побывает в животе у многих термитов. Поэтому в термитнике одним обедом насыщаются попеременно все. Здесь даже не чародей может накормить «семью хлебами» тысячи алчущих ртов.

Продукты, поставляемые грибами, хотя едят их только личинки и царица с царем, достаются в конечном счете всем термитам.

Вот почему ни термиты, ни пчелы, ни муравьи, у которых тоже один «общий» кишечник, совершенно не переносят одиночества. Изолированные от собратьев в одиночном заключении они умирают через несколько часов, в лучшем случае через несколько дней, даже если их хорошо кормить и поить.

Две пчелы в одной банке живут уже дольше, чем каждая в одиночестве. Три еще дольше.

Но лишь когда их приблизительно сорок на каждых 200 кубических сантиметрах жилплощади, живут они

почти так же долго, как в улье. Только тогда кусочки «общего» кишечника, «разбросанные» по телам разных пчел, соединенные воедино пищей, переданной изо рта в рот, могут нормально функционировать.

Поэтому и одиночная пчела живет долго, если может, так сказать, подключить свой кишечник к коллективному пищеварению, совершаемому ульем сообща. Доказать это экспериментально нетрудно: достаточно отделить ее тонкой сеточкой от других пчел так, чтобы она могла просовывать свой сосущий хоботок на территорию собратьев. Сейчас же там, на общей территории, найдется много желающих покормить медовой отрыжкой одинокую узницу. Изо рта в рот они передают ей какие-то нужные для жизни вещества — продукты обобществленного пищеварения. И пчела-узница не умрет.

ПИЩЕВАРЕНИЕ ПЯТОЕ – НАРУЖНОЕ

Представьте себе человека, у которого беззубый рот не больше ноздри, а вместо пальцев вязальные спицы (по одной на каждой руке). И этот «человек» должен без ножа съесть бифштекс.

Задача совершенно неразрешимая. Однако пауки каждодневно и уже триста миллионов лет с честью выходят из подобного положения.

У пауков нет зубов или иного органа, которым можно было бы жевать или перетирать пищу. В то же время рот их очень мал — почти микроскопическая щель (даже у самых крупных пауков — птицеедов она не больше квадратного миллиметра). Как же едят пауки? Весьма оригинально: переваривают добычу не в себе, а вне себя, а потом высасывают ее микрортом.

Многие пауки перед трапезой упаковывают жертву в своего рода кокон: оплетают ее паутиной, затем по капле пускают пищеварительные соки из кишечных и ротовых желез в эту шелковистую миску. Соки разжижают и переваривают ткани жертвы, которые паук сосет глоткой-трубочкой, словно коктейль через соломинку.

Пауки, которые имеют дело с жуками, переваривают их в собственных панцирях, как в кастрюлях. По ча-

стям, капля за каплей. Вонзив в жука хелицеры, серповидные крючья-челюсти, паук тут же их разжимает и в ранку пускает изо рта, как из шприца, большую каплю пищеварительных ферментов. Через некоторое время он эту каплю с растворившимися в ней мягкими тканями жука втягивает снова в рот и тут же впрыскивает под жучиную броню новую дозу растворяющих мышцы веществ. Подождав, когда они начнут действовать, снова глоточным насосом затягивает их в себя. И так пока от жука не останется один лишь пустотелый панцирь.

Многие пауки, и наш тарантул в том числе, облегчают работу впрыснутым в жертву ферментам тем, что мнут ее и давят хелицерами. Перемешивают, так сказать, свой бульон.

Скорпионы — близкие родичи пауков, и не удивительно поэтому, что приблизительно так же, как пауки, они переваривают добычу, но не в шелковых мисках и не в хитиновых панцирях, а... у себя во рту. Он у них весьма вместительный, и скорпионы, не внимая правилам приличия, плотно набивают его кусками, вырванными из своих жертв. Но не жуют, а ждут, пока они растворятся в пищеварительных соках, обильно натекающих в рот, и готовый раствор перекачивают глоткой-насосом изо рта в кишечник.

Наружное пищеварение не такая уж, оказывается, редкость. В мире беспозвоночных многие прибегают к его помощи, когда не могут даже по частям проглотить чересчур большую добычу, соизмеримую лишь с непомерными аппетитами, но не величиной маленьких хищников.

Страшные на вид личинки жуков-плавунцов, которых немало в наших прудах, нападают даже на головастиков и мелких карасей, впиваясь в них острыми и кривыми, как ятаганы, челюстями. Головастики и рыбки плавают, таская всюду за собой вцепившегося хищника, который медленно, но непрерывно переваривает их на ходу.

У личинки плавунца даже и рта-то, по сути дела, нет. Вернее, он есть, но прочно заперт на замок сомкнувшимися паз в паз «губами». Личинка не в силах раскрыть его. Ткани жертвы сосет она челюстями: их пронизывают тонкие канальцы. Наружу по ним текут пищеварительные соки. Внутрь, в личинку, через эти же канальцы поступает уже переваренный продукт.

Примерно так же расправляется с муравьями, упавшими в ее ловчую яму, и личинка муравьиного льва, и личинки мясных мух (но не с муравьями, а с мясом, на котором выведутся из яиц, отложенных мамкой-мухой). Некоторые хищные жуки тоже переваривают добычу на лоне, так сказать, природы. И многие низшие черви: немертины и планарии.

И даже одноклеточные инфузории суктории. У них нет ресничек, словно в мех одевающих обычных инфузорий, но зато много сосущих щупалец. Жгутиконосец, или реснитчатая инфузория, прикоснувшись к такому щупальцу, тотчас же словно прилипает к нему. Сама суктория — крошка, простым глазом невидимая. Сосущий хоботок ее и того меньше. Какая же в нем дырочка, что можно сосать через нее густую протоплазму другой живой клеточки, пойманной на хоботок! Предварительно, конечно, разбавив и растворив ее впрыснутыми через ту же дырочку соками.

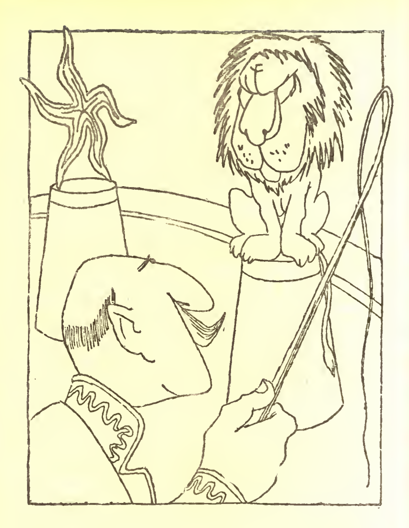
КАК ЖЕЛУДКОМ РЫБУ ЛОВЯТ

У морской звезды пять лучей, пять глаз, пять щупалец, пять печеней, пять жабр, пять больших нервов. Но, увы, один рот и один желудок. А головы нет совсем.

Все животные, у кого есть ноги, бегают на рычагах (если взглянуть на их конечности с точки зрения механики), а морская звезда с места на место переползает на... гидравлическом ходу! Ни у кого в мире нет ничего подобного, а у иглокожих — морских звезд, морских ежей и голотурий — есть.

Крохотные, тонкие, пустотелые и эластичные, словно резиновые, ножки морской звезды сидят на лучах с нижней стороны. Когда она ползет, ножки набухают. Органы-насосы под давлением нагнетают в них воду. Вода растягивает ножки, они тянутся вперед, присасываются к камням. Тогда вода перекачивается в другие ножки, и те ползут дальше. А присосавшиеся ножки сжимаются и подтягивают морскую звезду вперед.

Конечно, на гидравлических ногах морским звездам не угнаться даже за черепахой. Зато амортизация движения у них полная! Десять метров в час — средняя



скорость морских звезд. Но добыча, за которой они охотятся, ползает еще медленнее. Одни звезды ил едят, другие — ракушек. Мелких глотают целиком, а больших крепко обнимают лучами. Обняв, тянут створки в разные стороны. Раковина плотно закрыта, морской звезде не отпереть ее сразу. Но она не спешит — тянет и тянет, и десять минут, и двадцать, и больше. Мускулы ракушки, которые сжимают створки, устают, и пер-

ламутровый домишко раскрывается. И тут морская звезда, как вполне последовательный оригинал, совершает еще нечто в высшей степени необыкновенное: она вдруг выворачивает наизнанку свой желудок, высовывает его через рот и запихивает в раковину! Там желудок — не в звезде, а внутри раковины! — и переваривает моллюска. От устрицы, накрытой желудком, как салфеткой, уже через четыре часа остается только пустая раковина.

Морские звезды как-то умудряются набрасывать свой желудок, словно сеть, даже на живых рыб. Рыба плавает и всюду таскает за собой морскую звезду. А та сидит у нее на спине, желудком присосалась и не спеша переваривает еще живую рыбу. Поистине чудеса, которые творит природа, чуднее чудес сказочных!

В это долго не верили, думали, морские звезды едят только мертвых рыб: где же догнать им живую рыбу! Но доктор Гаджер из Американского музея естественной истории собрал доказательства, которые убедили скептиков. Теперь никто уже в этом не сомневается. Морская звезда хватает случайно наткнувшуюся на нее рыбу за плавники. Чем хватает? Щипцами на тонких ножках — педициллярпями, которые растут на ее спине. Потом луч с рыбой, попавшей в его капканчики, изгибается и подносит добычу ко рту. Тогда выскакивает желудок и накрывает ее.

Морские звезды тихие, беззубые, едва плавают. А какие хищники! В море большой от них вред: все львы и тигры на Земле не съедят столько мяса, сколько поедают его морские звезды. И устриц едят, и жемчужниц, и рыб, и крабов.

НЕ ТОЛЬКО РТОМ МОЖНО ЕСТЬ

Наш «Витязь» плавал по всем океанам и всюду, где плавал, открывал неведомых рыб, осьминогов, моллюсков, червей.

Зоологи с «Витязя» добыли на дне моря и еще нечто в высшей степени необычное — фантастических погонофор *, которых природа забыла наделить самыми необ-

* Погонос — по-гречески «борода». Погонофора — значит «бородоносец». Имеется в виду, конечно, не настоящая борода, а длинные щупальца.

ходимыми для поддержания жизни органами: ртом и кишечником!

Как они питаются?

Невозможным образом — щупальцами. Щупальца и пищу ловят, и переваривают ее, и всасывают.

Еще в 1914 году поймали у берегов Индонезии первую погонофору. Вторую добыли в Охотском море много позднее. Но ученые долго не могли найти этим странным созданиям подходящего места в научной классификации животного царства.

Лишь когда исследователи на «Витязе» собрали обширные коллекции погонофор и привезли их в Ленинград, в зоологический институт, и здесь их изучил Артемий Васильевич Иванов, это темное дело прояснилось.

Иванов доказал, что погонофоры никому не родственники, не принадлежат ни к одному зоологическому типу. Специально и только для них пришлось учредить новый особый тип. Так оригинально они устроены.

Внешне погонофоры похожи, правда, на червей. Но только внешне. Они длинные, и нет у них никаких конечностей, лишь густая борода щупалец спереди — там, где полагается быть голове.

Погонофоры никогда не вылезают из своих домиков — «сахарных» трубок. Вещество, из которого трубки сделаны, напоминает рог или хитин. Биохимики установили, что хитин — это полисахарид, органический продукт, близкий к клетчатке и крахмалу.

Трубки погонофор задними концами погружены в ил, а передние торчат прямо вверх. Из трубки, как чуб из-под папахи, буйно вьются длинные щупальца. Щупалец иногда двести, а иногда и двести пятьдесят. Чем больше, тем лучше — в них вся сила, как у Черномора в бороде. Без щупалец погонофора быстро с голоду умрет.

Щупальца плотно смыкаются, иногда даже срастаются в один венчик, глубокую чашу, в которой «варится» пища. Внутри чаши, на щупальцах, густая поросль крохотных ресничек колышется сверху вниз и гонит воду в отверстие чаши.

Втекает она сверху, а вытекает внизу — между основаниями сложенных венчиком щупалец, а разная морская мелочь, парящая в воде, попадая в джунгли ворсинок, покрывающих щупальца, застревает в них. С друго-

го конца, из тела погонофоры, в чашу все время поступает жидкость особого рода — пищеварительные соки, и отфильтрованная добыча здесь же, на сите, переваривается. Кровь, всосав ее, растекается по кровеносным сосудам и разносит из щупалец по всем тканям свой питательный груз.

Кровь у погонофор, как и у нас, красная. Есть у них сердце и простейший мозг, но нет никаких органов чувств.

Животные, как видите, очень занятные. Если судить по их родословной, то погонофор следует поместить среди высших ветвей эволюционного «древа жизни». Но инстинктами и повадками (да и видом своим!) они очень похожи на живущих в трубках червей. Бесспорно, предки погонофор знали лучшие времена: жизнь у них была сложнее и интересней и телосложение не такое простое. Но потом они изолировались от мира в хитиновых футлярах. Затворническая жизнь довела бородатых отшельников до того, что они деградировали, в эволюционных перипетиях растеряли все органы чувств, рот, желудок и кишечник. Потеряли и вкус к путешествиям, даже недалеким, — погонофоры ползают ведь только внутри своих трубок-футляров. Трубки и вода, их обмывающая, — весь обитаемый мир морских бородачей.

Погонофоры невелики ростом: 4 сантиметра — длина самых маленьких из них, 36 сантиметров — самых больших. Трубки в несколько раз крупнее своих обитателей, так что они живут не в тесноте. Но в темноте! На глубинах от 2 до 10 тысяч метров. Лишь немногие попадаются на мелководье у берегов.

Погонофоры — космополиты. Расселились они по всему морскому свету, и, видно, совсем немало их на дне океана. Артемий Васильевич Иванов говорит: местами их так много, что «тралы приносят здесь массу населенных и пустых трубок погонофор, забивающих мешок трала и даже висящих на раме и тросе».

Почему же так долго не попадались они в руки исследователей? И поймать их нетрудно: погонофоры ведь туда-сюда не ползают, сидят всю жизнь на месте. Да потому, что люди только начали по-настоящему проникать в глубины океанов и морей. Там ожидают нас еще очень интересные открытия.

НЕ ТОЛЬКО ЗУБАМИ ЖУЮТ

Панголины убедительно это демонстрируют. Живут они в Африке, уцелели еще в Индии и кое-где в Индонезии. Зовут панголинов также ящерами: все тело их одето роговой чешуйчатой броней. Чешуи крупные, ложатся как на еловой шишке, одна на другую. Но панголины не настоящие ящеры, не пресмыкающиеся, а млекопитающие. Кровь у них теплая, и детенышей они кормят молоком.

Хоть и в панцире, но ловко карабкается панголин на деревья. И в дупла залезает, и под корнями роется: ищет муравьев и термитов Найдет, сейчас же длинный язык с удовольствием высовывает и кладет в муравейник. Муравьи язык облепят, и панголин их на языке, как на липкой бумаге, увлекает на верную гибель в свою пасть.

Жевать некогда — все муравьи разбегутся! Да и нечем жевать панголину: во рту у него нет зубов. Они у него в... желудке. Он словно проглотил их: в желудке ящера, в самом конце его, многими рядами сидят роговые зубы. Сильные мышцы перетирают ими проглоченных муравьев, приготовляют из них пюре. Панголин, пообедав, может быть, уже спит давно, свернувшись в норе, а желудок его работает: жует, кусает, давит насекомых, которыми ящер пообедал.

У птиц тоже, как известно, нет зубов. Нет даже и в желудке: он перетирает птичий корм всей внутренней поверхностью, которая словно ороговела*. Но это не рог, а коалин — особое белковое, быстро твердеющее вещество, которым железы желудка обильно выстилают изнутри его, так сказать жующий сектор.

Птичий желудок работает особенно хорошо, если снабдить его зубными «протезами», подобранными на дороге, попросту говоря — камнями. Все птицы, а зерноядные в особенности, глотают камешки. У некоторых треть желудка набита ими, до тысячи камней!

Крокодила без зубов, кажется, еще никто не видел. Но и эти весьма зубастые твари на манер птиц глотают

* Вернее, не всей, а только внутренней стенкой мускульного, или жевательного, отдела желудка, который особенно развит у зерноядных птиц. Верхняя, ближайшая к пищеводу часть желудка своими мускулами пищу не жует.

камни, чтобы облегчить труд своего жующего желудка (он у них тоже есть). Впрочем, камни нужны крокодилу и как балласт: недавно английские зоологи убедились в этом. Крокодил без камней в желудке, когда плывет, с трудом сохраняет равновесие и должен энергично работать лапами, чтобы не перевернуться вверх брюхом.

СЕМЬ ЛЕТ БЕЗ ПИЩИ

Говорят, в Нормандии на придорожных столбах можно прочитать такие объявления: «Пасите своих лошадей на моем поле. Цена: за короткохвостую лошадь десять сантимов в день, а за лошадь с длинным хвостом — двадцать».

Эта странная наценка за длинный хвост объясняется просто: короткохвостая лошадь, когда ее донимают слепни и мухи, часто отрывается от еды, чтобы головой отогнать их, так как короткий хвост — плохая мухобойка. Лошадь же с длинным хвостом этого не делает и поэтому съедает на пастбище, как здесь считают, вдвое больше травы.

Такая, казалось бы, пустяковая причина — длина волоса в хвосте, а желудок от этого может быть по-разному набит. Мыслимо ли учесть все другие обстоятельства, которые влияют на аппетиты животных? Их много, разных причин, и все предусмотреть нельзя, даже когда речь идет о сравнении двух одинаковых созданий.

А уж если будем сравнивать разных зверей, птиц, рыб, гадов или насекомых, то получим самые несходные результаты. Одни прожорливы, как Гаргантюа, а другие рядом с ними выглядят кащеями бессмертными.

Сказочный злодей, Кащей Бессмертный, у Марьи Маревны в плену десять лет не ел, не пил. И не помер.

Рекорд его никто из животных, кажется, еще не побил, но близко к нему некоторые чемпионы голодания приблизились. Холоднокровные животные здесь главные рекордсмены: у них обмен веществ не такой энергичный, как у теплокровных, а поэтому в теле моллюсков, насекомых, гадов и рыб каждую минуту сгорает меньше пищи, чем у птиц и зверей. Оттого ее и требуется меньше.

В Амстердамском зоопарке жила как-то анаконда, которая вдруг, без всякой видимой на то причины



(так решили работники зоопарка), объявила голодовку: перестала есть крыс, кроликов и всяких других зверюшек, которых ей предлагали. За два года так ничего и не проглотила. А потом вдруг, и тоже без причины, набросилась на крыс, которые уже привыкли считать ее живым бревном, и прожила еще много лет после этого.

В Гамбургском зоопарке тоже был свой кащей —

питон. Он не ел 25 месяцев! Пил только чистую воду. Но так после голодовки ослабел, что, когда к нему вновь вернулся аппетит, не смог проглотить голубя и подавился.

Черепахи, крокодилы и осьминоги тоже месяцами могут ничего не есть.

Клопы нередко постятся по полгода и больше. Конечно, не по своей воле. А их бэби, клопиные личинки (поселяясь в домах, они причиняют людям не меньше неприятностей, чем клопы взрослые), при необходимости, когда из дому все жильцы уезжают, соблюдают строгую диету год и даже полтора!

Актинии на клопов не похожи, но тоже могут подолгу голодать: года по два, по три. В аквариумах это видели не раз. От такой жизни актинии «худели» очень сильно: в десять раз теряли в весе. Но стоило им вновь предложить пищу, как они жадно начинали ее глотать. Через несколько дней, глядя на быстро пополневший морской анемон, трудно было поверить, что актиния так долго постилась.

Когда у актиний разыграется аппетит, они глотают все без разбора, даже несъедобные и опасные для них предметы. Одна актиния с голодухи проглотила как-то большую раковину. Раковина встала в ее желудке поперек и перегородила его на две половинки, верхнюю и нижнюю. В нижнюю пища изо рта не попадала. Думали, актиния умрет. Но она нашла выход: у подошвы, у того самого места, на котором этот морской «цветочек» сидит на камне, открыл свой беззубый зев новый рот — простая дырка в боку актинии. Но вокруг нее вскоре выросли щупальца, и актиния стала счастливой обладательницей двух ртов и двух желудков.

Едва ли кто из обжор может сравниться с клещами. Они сосут кровь самых разных животных, и так много ее сосут, что раздуваются непомерно.

Собачий клещ после обильной трапезы весит в 223 раза больше, чем натощак. Удивительно ли, что после такого феноменального обжорства клещи постятся годами. Чтобы проверить, сколько они могут не есть, ученые отрезали у клещей все ротовые придатки, без которых сосать кровь невозможно. Оперированные клещи жили в лаборатории год, жили два года, три, четыре... Уже про них почти забыли. Устали ждать, когда они от голода умрут. Но они не умирали и пять, и шесть, и семь лет!

Так люди заставили маленьких родичей пауков поставить мировой рекорд: дольше голодать никто не мог. Кроме Кащея, конечно, но то сказка. А это научный факт.

ЯЗЫКАСТЫЕ ОХОТНИКИ

Каждый по-своему ухитряется добычу ловить: кто зубами, кто когтями... А хамелеон языком.

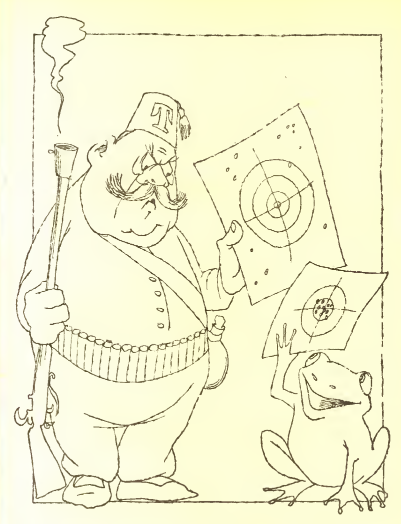
У него, говорят, самый замечательный язык на свете. Исследование мышц и нервов языка хамелеона доказало, что это вполне справедливо. Попробуйте сильно сжать пальцами арбузное зернышко, оно пулей вылетит из ваших рук. Примерно так же выстреливает язык хамелеона, но не улетает совсем: длинные эластичные мышцы удерживают его и стремительно втягивают обратно в рот.

Хамелеон длиной около 20 сантиметров может достать языком муху, сидящую в 30 сантиметрах от его носа.

Если муха очень далеко, то хамелеон медленно подползает к ней. Вяло поднимает он одну ногу, передвигает ее вперед и вновь крепко цепляется пальцами за ветку, затем так же вяло передвигает вторую ногу, третью, четвертую. Шаг за шагом лениво приближается хамелеон к добыче. Одним глазом он не отрываясь смотрит на нее. А второй его глаз вращается во все стороны и следит, чтобы самого хамелеона враги не застали врасплох. У этой удивительной ящерицы глаза могут смотреть в разные стороны. Подобравшись к мухе на верное расстояние, хамелеон стреляет языком и всегда попадает в цель. Через четверть секунды прилипшая к языку добыча уже у него в желудке.

Я сказал «прилипшая», потому что до самого недавнего времени зоологи думали, будто хамелеон ловит добычу, приклеивая ее к языку. Но в 1960 году молодой ученый из Германской Демократической Республики Герхард Будих опубликовал очень интересную работу, иллюстрированную великолепными фотографиями. На фотографиях видно, что на языке хамелеона в момент, когда он молниеносно приближается к цели, образуется маленькая присоска.

Как только язык коснется жертвы, внутренняя полость присоски мгновенно расширяется (сокращением мышц языка). Образующийся вакуум засасывает насекомого в присоску. Мелкие мушки и комары нередко целиком исчезают в этой пневматической ловушке.



Но это не все. Есть еще кое-что интересное: когда язык хамелеона присасывается к крупному насекомому, например к кузнечику или стрекозе, то сбоку от присоски вытягивается крохотный хоботок и обхватывает жертву.

Все жабы и лягушки, когда охотятся, тоже стреляют языком. У жабы язык вылетает и, схватив комара, возвращается, затрачивая на дорогу «туда и обратно» $^1/_{15}$ се-

кунды. Крупная жаба может поразить цель языком-самострелом на расстоянии 10 сантиметров от своей морды.

Но никто в мире, вооружась лишь языком, не охотится так отважно и ловко и на такую опасную дичь, как тропическая лягушка — пятипалый свистун.

«Стандартные блюда в меню свистуна,— говорит Кеннет Винтон в книге «Джунгли шепчут» *, — мыши, птицы, ящерицы. Лягушка ловит даже летучих мышей, а случается, глотает и... змей.

У нас в лаборатории одна такая лягушка прожила семь лет в клетке. Однажды она съела змею длиною около полутора метров. Этот «марафон глотания» она совершила за два неполных дня. Фотографии, его иллюстрирующие, были опубликованы в американском географическом журнале, и наша лягушка, прозванная «Олд Смоки», прославилась на весь мир».

«Старина Смоки», рассказывает Винтон, и до этого всемирно знаменитого подвига глотал змей, но никто не думал, что он рискнет напасть на такую большую змею.

Когда змею пустили в клетку к Смоки, тот, казалось, не обратил на нее никакого внимания. Змея тоже игнорировала лягушку, ползала, исследуя помещение. Ночь прошла без приключений, и, возможно, хладнокровные узники мирно ужились бы, если б оплошность, допущенная змеей, не погубила ее. На следующее утро, пытаясь взобраться на стенку клетки, она потеряла равновесие и упала. Тут же судьба ее была решена. Смоки, мирно дремавший в углу, гигантским скачком метнулся к змее, и, «не успели мы опомниться, — говорит Винтон, — как первые двадцать сантиметров тела змеи были уже в глотке у лягушки». Она захлестнула голову змеи языком и молниеносно, так, что та не успела даже рта раскрыть, втянула ее в пасть. «Казалось, и охотник и дичь заранее отрепетировали свои роли, и лягушка, все зная наперед, вовремя разинула пасть, чтобы змея буквально свалилась ей в рот».

Змея бешено заколотила хвостом, кидая повисшую у нее на голове лягушку из угла в угол. Она пыталась обвить ее и высвободить голову. Но лягушка плотно прижималась к полу, мешая змее подсунуться под нее и

* Кеннет Винтон — известный американский зоолог, больше двадцати лет посвятил изучению тропических лесов Южной Америки. Научное название пятипалого свистуна, которого он так интересно описал, — Leptodactylus pentadactylus.

захватить в кольцо. Она так сильно сжала челюсти, что шея змеи сплющилась в зеленую ленту. Лягушка еще и передними лапами крепко обхватила змеиную шею, чтобы не дать ей освободить голову: тогда бы она пропала!

Змее удалось все-таки обвить отважного Смоки, и он «стал проявлять признаки беспокойства». Змея освободила уже часть шеи, и казалось, Смоки сейчас прекратит борьбу. Однако, умело действуя передними лапами, он успел немного растянуть в стороны стиснувшие его кольца. Вздохнул поглубже и рывком погрузил в рот сразу изрядный кусок змеиного тела. Затем, собрав все силы, лягушка, как гиревик-тяжеловес, «подняла и отбросила тело врага, как ни в чем не бывало продолжая поглощать его».

Змея задыхалась: ведь голова ее давно была в желудке у лягушки. Змея слабела, она еще извивалась, но перейти в новую контратаку уже не могла. Смоки выиграл бой!

«Мы ходили вокруг клетки, фотографировали лягушку и возбужденно спорили о том, когда же она поймет свою ошибку и выплюнет змею. Прошло два часа, а победительница и не собиралась расставаться с добычей. Время от времени она поднимала голову, и в ее глазах нам чудился торжествующий блеск.

Затем лягушка сделала пару глотательных движений, и еще два дюйма змеиного тела исчезли в ее глотке».

Смоки не спеша, с похвальным терпением, по мере того как змея растворялась в нем и место в желудке освобождалось, заглатывал новые сантиметры своей добычи, пока змея, переваренная по частям, не исчезла у него в утробе. «Вся процедура заняла сорок два часа. К концу ее хвост змеи уже начал портиться, но лягушка сожрала и его с таким аппетитом, как будто это было редкое лакомство».

СТРЕЛКИ ПО КОМАРАМ

Методы, которыми животные добывают свой хлеб насущный, чрезвычайно разнообразны и часто очень хитроумны. О всех, конечно, невозможно рассказать, но некоторые так оригинальны, так не похожи на то, к чему мы привыкли, что и умолчать о них нельзя.

Пауки давно прославились как первоклассные мастера всяких паутинных хитросплетений, тенет и ловушек самых мудреных конструкций. Но не все пауки только траперы, есть среди них и снайперы.

В тропиках Африки, в Южной Африке и в Австралии живут пауки-арканщики. Все они охотятся по ночам, и у всех одинаковые снасти. Только держат они их по-разному: кто первой, кто второй, а кто третьей лапкой. Австралийские арканщики перед атакой раскачивают, как маятник, свое оружие, американские нет. Но это все тактические, так сказать, детали, суть дела не в этом.

Американец мастофора, или, по-местному, подадора, держит и кидает свое бола передней лапкой. Когда небо к ночи мрачнеет, он выбирает позицию поудобнее и берет в лапку свое оружие — липкую капельку на тонкой паутинке длиной в дюйм или два. (Капельку он скатал задними ножками из паутинного вещества еще заранее, днем.)

Заметив комара или мотылька, паук замирает. Вот жужжащая дичь совсем рядом; охотник, дернув лапкой, бросает клейкое лассо, и комар прилип к капельке. Даже если большому мотыльку в крыло попадет паук-снайпер, то к крылу прилипнет метательный снаряд, и пилот погиб. Теперь паук по ниточке, которую держал в лапке, как по веревочной лестнице, спускается вниз, где жужжит и дергается заарканенный мотылек.

В Европе тоже есть свои пауки-снайперы, но они не лассо на мух накидывают, а брызгают клейкой «слюной».

Сцитодес охотится под потолком и на камнях. Замерев, ждет, когда беззаботная муха подлетит поближе. Тогда паук быстро-быстро обрызгивает ее, что называется, с головы до ног. Брызжет клейкой жидкостью из ядовитых крючьев, из хелицеров, и не как попало, а со смыслом: с боку на бок качая головой. Все шесть мушиных ног и два крыла пришпиливает клейкими зигзагами к потолку. Выброшенная пауком жидкость сразу же, упав на муху, застывает и, как веревкой, связывает ее по ногам и крыльям.

Два века назад Лондонское королевское общество получило письмо и небольшую посылку из Джакарты (тогда она называлась Батавией). В посылке была упакована небольшая рыбка, а в письме сообщалось, что рыбешка послана в Лондон непростая. Она живет у

берегов голландской Ост-Индии и стреляет изо рта водой в мух, жуков, бабочек, во всякую летающую и ползающую над водой мелкую живность.

Когда британские зоологи внимательно осмотрели присланную рыбку, они не поверили тому, что было написано в письме. Рот у рыбки устроен самым обычным образом: он не мог служить водяным оружием. Позднее выяснилось, что в посылку по ошибке положили не ту рыбку. Так что зоологи из Королевского общества ни в чем не виноваты, они рассуждали правильно.

В Индонезии одним именем называют двух рыбок: кораллового носача, который не стреляет (его и положили в посылку!), и брызгуна (о нем писали в письме). Поэтому и произошла ошибка.

Сто пятьдесят лет омрачало печальное недоразумение отношение зоологов к брызгуну, порождая всеобщее недоверие к его удивительным способностям. Лишь в начале нашего века, в 1902 году, когда русский ихтиолог Николай Золотницкий опубликовал свои тщательно поставленные наблюдения и эксперименты над пленными брызгунами, этот ихтиострелок был реабилитирован.

На нёбе у брызгуна есть продольная бороздка, окаймленная двумя возвышающимися над ней валиками. Когда брызгун прижимает к нёбу язык, эта бороздка превращается в ружейный ствол полуторамиллиметрового калибра. Стреляя, рыбка сжимает жаберные крышки. Под их давлением вода с силой выбрызгивается через рот-ружье наружу. Кончик языка действует как клапан. Когда опущен вниз — клапан открыт! — вода вылетает тонкой струйкой. Если кончик языка приподнят, брызгун стреляет серией отдельных капель или всего одной каплей.

Индонезийцы обучают брызгунов разным забавным штукам, а потом устраивают состязания. Дрессированные брызгуны показывают на них свое искусство. Удачными попаданиями гасят, например, зажженные спички и свечи. Учитывается не только меткость, но и дальность выстрела. Самые «дальнобойные» рыбки стреляют на 4—5 метров. Лучшая прицельная дистанция — 1—2 метра. Некоторые брызгуны настолько постигли искусство меткого выстрела, что стреляют даже влет!

В центре аквариума, в котором плавает брызгун, укрепляют вертикальную палку с крестовиной на конце. На крестовину сажают насекомых: мух, комаров, жуков.

Заметив насекомое, брызгун настораживается, распускает веером спинной плавник и осторожно подплывает к палке. Сначала он бесшумно плавает вокруг, словно выбирая удобную позицию, затем замирает и, чуть приподняв над водой кончик морды, стреляет. Если выстрел удачен, брызгун бросается к упавшей в воду добыче и глотает ее. Если промах (а он бывает очень редко), брызгун невозмутимо продолжает описывать вокруг палки круги и, выбрав удачное положение, вновь стреляет.

Размеры брызгуна невелики: около 20 сантиметров. Живет он в море, на мелководьях, у берегов Индии, Индонезии и Северной Австралии. Заплывает и в устья рек.

КОГДА ЗА УДИЛИЩЕМ В ЛЕС НЕ ХОДЯТ

В Атлантическом океане у берегов Европы, а у нас на Мурмане и местами в Черном море обитает рыба-черт, или лягва-рыболов. Чертом она названа за свой нелепый вид, а лягвой — за странную манеру передвигаться по дну: прыжками, отталкиваясь грудными плавниками, словно лягушка ногами.

Морского черта знали еще натуралисты античной древности, описывали его и многие средневековые естествоиспытатели. Странная рыба поразила воображение людей своим искусством приманивать добычу. На огромной ее голове растут три длинных, похожих на щупальца придатка (измененные лучи спинного плавника). Первый из них похож на удочку с приманкой на конце.

Морской черт прячется в водорослях между камнями и выставляет наружу только щупальце-ус. И шевелит им. Плывет мимо рыба, и кажется ей, что это червяк извивается. Она подплывает поближе, чтобы его съесть. Тогда морской черт разевает свою непомерно большую пасть. Вода с бульканьем устремляется в его глотку и затягивает в эту прорву обманутую рыбу. Желудок у морского черта столь обширен, что в нем может поместиться животное почти таких же размеров, как и сам обладатель дьявольского чрева.

Когда исследователи со своими драгами и тралами

вторглись в черные глубины океана, они встретили там много родичей морского черта. Первый из них был пойман, правда, у берегов Гренландии еще в 1837 году, но основной улов глубоководных «морских чертей» принесли тралы британской океанологической экспедиции на корабле «Челленджер» и датской на корабле «Дана». Рыб этих назвали морскими удильщиками. В музеях мира хранится уже около тысячи экземпляров удильщиков, которых систематики разделили на сорок различных родов и одиннадцать семейств.

Первое время нигде не могли найти самцов этих рыб. Удильщиков мужского пола принимали за совершенно других животных — так они не похожи на своих подруг. Самцов всех отнесли к семейству ацератид (в котором, кстати сказать, совсем не оказалось самок), а самки-удильщики числились в табелях зоологической классификации под рубрикой цератиоидеа, в которой не было самцов.

Это прискорбное недоразумение продолжалось до двадцатых годов нашего века, когда неожиданно выяснилось, что крошечные рыбки ацератиды и есть «законные мужья» амазонок из группы цератиоидеа, которые во много раз крупнее их.

Открыли и еще более поразительные вещи: самцы-карлики, оказывается, как найдут свою самку, сейчас же хватаются за ее «юбку», впиваются зубами в голову или брюхо самки. Держатся крепко, не отцепляются, куда бы она ни плыла, и вскоре прочно прирастают (прямо головой) к своей подруге. Губы самца и даже его язык срастаются с кожей самки (у этих рыб нет чешуи). Смыкаются в единую систему и кровеносные сосуды этих животных: по ним самец получает питательные вещества, которые приносит ему кровь из кишечника самки.

Во мраке океанской бездны влюбленным в нужную минуту нелегко найти друг друга. Поэтому и обзавелись рыбы-удильщики карманными самцами. Они всюду носят на себе этих тунеядцев, кормят их соками своего тела, но зато, когда в назначенный природой час надо будет разрешиться от бремени икры, самец всегда окажется под рукой, чтобы оплодотворить ее.

Вторая уникальная особенность рыб-удильщиков — их рыболовная снасть. Как и у морского черта, на голове многих его глубоководных родичей растет длинная удочка: у некоторых она в десять раз длиннее тела.

У других удочки, точно резиновые, могут растягиваться и сокращаться. На них дрожит приманка — небольшой шарик, в темноте он светится. Обманутая рыба, кальмар или рак бросаются на огонек и попадают в зубы рыболову.

Разрезав светящуюся приманку, можно убедиться, что этот шарик не сплошной, а полый внутри. Снаружи он покрыт черным покрывалом из особых клеток — хроматофоров. Когда они расширяются, свет гаснет. Хроматофоры сокращаются, и в промежутках между ними свет снова пробивается наружу.

Под покрывалом залегает слой прозрачной, преломляющей свет ткани. Это линза-коллектор. Полость шарика разделена радиальными перегородками на отдельные боксы, наполненные слизью и бактериями. Пока микробиологам не удалось еще выделить из шарика-приманки чистую культуру бактерий. Однако и само устройство светящегося органа удильщиков, и другие наблюдения говорят о том, что добычу свою эти рыбы приманивают с помощью света захваченных в «плен» бактерий.

«ЛОВИСЬ, РЫБКА, БОЛЬШАЯ И МАЛЕНЬКАЯ...»

Почти две тысячи лет назад римлянин Клавдиус Элиан в книге, название которой можно было бы перевести: «Живая природа», записал следующее:

«Идя вдоль берега реки, лисица хитро ловит мелкую рыбешку. Она опускает свой хвост в воду, и рыбки плывут к нему, заплывают в густую шерсть. Когда лиса это почувствует, быстро выдергивает хвост из воды, прыгает на сухое место и трясет хвостом, рыбки падают на землю, и лиса их ест».

Позднее, в 1555 году, известный шведский хроникер и натуралист архиепископ Упсалы Олаус Магнус в XVIII книге своих сочинений в главе «Относительно хитрой природы лисиц» почти слово в слово повторил историю, рассказанную Элианом. Этого ему показалось мало, и в следующей главе он добавляет кое-что и от себя: «В скалах Норвегии я сам видел, как лисица, опустив хвост в воду между скалами, потом выдергивала его с несколькими крабами, вцепившимися в него, и ела их».



Двести лет спустя коллега Олауса Магнуса Эрик Понтоппидан (тоже епископ, натуралист и хроникер, а кроме того, и академик Датской академии наук) в «Естественной истории Норвегии» (которая весила десять фунтов) тоже имел дело с лисицей и крабами, одураченными ее хвостом.

Однако позднее и до наших дней никаких «научных» сообщений об этом, кажется, больше не поступало. Но в

сказках самых разных народов — и русских, и немцев, и эскимосов, и американских негров — лисицы часто совершали подобные подвиги.

Правда, родича лисицы — койота (мелкий американский степной волк) еще совсем недавно и не раз заставали будто бы люди за таким занятием. В этом уверяет нас Фрэнк Доби в книге «Голос койота», опубликованной в 1949 году.

Доктор Гаджер, неутомимый исследователь всяких редкостных повадок животных и приключений в природе, в большой статье в большом научном журнале перечислил всех известных ему животных, о которых рассказывают, будто они ловят хвостом рыбу, раков или крабов. Таких животных семь: лиса, койот, выдра, енот, крыса, кошка и ягуар*.

Да, ягуар! Он не в пример другим кошкам очень любит воду, хорошо и охотно плавает. И рыболов он искусный. Вытянувшись на стволе дерева, низко свисающем над водой, ягуар часами караулит рыбу и, выбрав момент, выхватывает ее когтями из воды.

Охота его бывает особенно добычлива, когда он лежит на каком-нибудь фруктовом дереве. Зрелые фрукты падают в воду, «клевать» их собираются разные рыбы. Зверь это понял, и, когда найдет такое дерево, обязательно им воспользуется.

Но если он и раз и два промахнется и не поймает рыбу, а только распугает ее, то совершает якобы следующий хитрый маневр: развернувшись на 180 градусов, опускает в воду конец своего длинного хвоста. Рыбам чудится, будто новый фрукт упал в воду, и они плывут к нему. Тогда ягуар разворачивается передом к реке и продолжает рыбную ловлю.

Гаджер говорит, что тем же хитрым способом приманивал золотых рыбок и один домашний кот, усевшись на краю бассейна в саду.

Но самое, пожалуй, интересное и достоверное сообщение об ужении хвостом находим мы в книге Монктона, опубликованной в 1921 году.

Монктон служил чиновником в Новой Гвинее и увлекался зоологией. Однажды он провел ночь на кро-

---

* Ничего не упомянул он почему-то об обезьянах, о которых, как мне известно, на островах Индонезии рассказывают немало подобных историй.

хотном коралловом острове, на котором чудом уцелели несколько хилых деревьев и не было больше никаких растений. Всю ночь вокруг шныряли крысы и не давали спать. Утром Монктон решил посмотреть, что же они здесь едят: ведь остров совершенно пустынный. Он сидел тихо и ждал. И увидел, как две-три худые крысы направились к воде. Каждая облюбовала плоский «камень» коралла, деловито уселась спиной к воде и опустила свой голый хвост в тихую лагуну. Вдруг крыса дико подпрыгнула, и, «когда она приземлилась, я увидел краба, вцепившегося клешней в ее хвост». Крыса быстро обернулась, схватила его и съела. Съев, опять опустилась на свой камень и свесила хвост в воду. Потом и другие крысы скакали, «выдергивая» крабов из воды.

Можно ли верить всем этим рассказам? — спрашивает доктор Гаджер. И говорит: «Нет дыма без огня». Любая легенда не родится из ничего, и едва ли все рассказчики лгуны. В то, что крабы и раки могут вцепиться в хвост, поверить нетрудно, на них это похоже, и люди нередко, подставляя пальцы, вытаскивают крабов из воды. Но хватит ли у животных на это смекалки?

Гаджер думает, что хватит. Этологи и зоопсихологи в последние годы доказали нам, что животные и не на такие хитрости способны *.

Пусть будет так. Ну а чем объяснить влечение рыб к хвостам?

Объяснение и тут найти можно. Всякий, кто купался в реке, знает, как тянет мальков и разных мелких рыбешек к человеку. Стоит немного спокойно постоять где-нибудь на мелком плесе, как рыбки осмелеют, подплывут и начнут тыкаться носами в пальцы ног. Они ищут тут, что бы такое съесть. И находят: кусочки сухого эпидермиса, обрывки волосяных сумок и прочую органику, которой немало у нас на коже и еще больше у зверя под шерстью.

В тропиках эти рыбьи привычки многих людей спасают от клещей, блох, сухопутных пиявок и других несносных тварей, которые сосут кровь человеческую и которых здесь полным-полно. Стоит найти тихую заводь в

* Дятловый вьюрок с Галапагосских островов, добывая пищу, совершает, например, еще более сложные действия: отломав клювом палочку или колючку нужной длины, извлекает ею личинок жуков из узких ходов, прогрызенных ими в дереве.

реке (где нет пирай, кандиру, кайманов, анаконд и скатов-хвостоколов, иначе санобработка превратится в вивисекцию!) и опуститься в нее, как стайки мелких рыбешек окружат вас и деловито очистят от всех паразитов. (Рыбы и друг друга таким же образом обрабатывают: я рассказал об этом в книге «И у крокодила есть друзья».)

Даже казуары и, возможно, другие страусы, замученные насекомыми, прибегают, по-видимому, к ихтиологической санобработке, попутно выуживая и санитаров себе на завтрак.

В трудах Лондонского зоологического общества была помещена однажды такая заметка:

«Я увидел, как казуар спустился к воде, вошел в реку, где глубина была около метра, и присел в воде, взъерошив перья. Птица не двигалась. Я заметил, что она даже глаза закрыла, словно спала. Так сидел казуар четверть часа, а потом вдруг быстро прижал перья и вышел на берег. Здесь несколько раз отряхнулся, и из-под перьев посыпались маленькие рыбешки. Он тут же стал их клевать».

Итак, вполне возможно, что рыбья мелкота в шерсть и перья заплывать горазда. Но можно ли ее поймать, даже если хвост пушистый, а перья длинные? — вот вопрос.

Гаджер в это верит, я от голосования воздерживаюсь, а вы сами для себя решите: можно или нет.

ХИЩНЫЕ ЦВЕТЫ

Пройдите на лесное болото. Там, на зыбкой почве, среди зеленых дерновинок мха вы заметите чахлые метелки невзрачного растения, на длинных стебельках поднимающиеся из розетки очень странных листьев: лист густо усеян тонкими ресничками. На конце каждой дрожит блестящая капелька. Это росянка — хищное растение северных лесов.

Понаблюдайте за ним, и, может быть, вам удастся заметить, как комар или муха, неосторожно опустившиеся на лист, будут схвачены ресничками росянки. Ресничка с прилипшим к ее капельке насекомым изогнется вниз, к ней прижмутся соседние реснички. Добыча поймана!

Паук-арканщик на боевом рубеже.



Сцитодес и муха, связанная его липкой «слюной» по ногам и крыльям



Солдаты носатого термита перекрестным огнем клеевых желез навсегда приклеивают незваного гостя к стене своего дома.



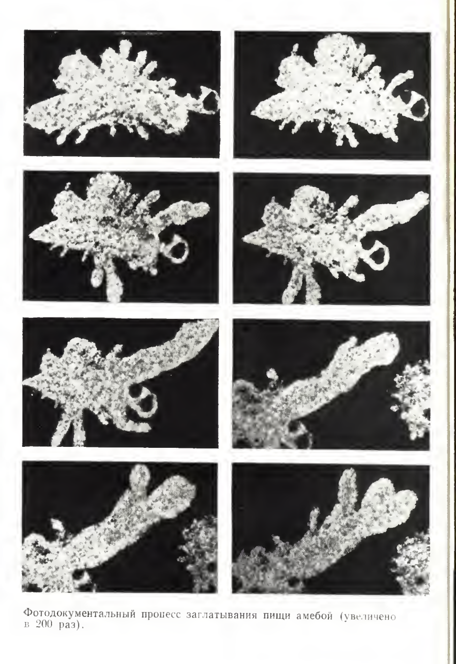
Тьфу! Какая гадость! Жаба выплюнула жука-бомбардира. Трагикомическая интермедия с нравоучительной моралью: не глотай без разбора все, что бегает!



Дворцовые тайны улья: царица матка и ее пышная свита, жаждущая гормонов и феромонов.



Коллективный кишечник в действии: правая пчела, вытянув язык, приимает пищевую эстафету у левой.



Фотодокументальный процесс заглатывания пищи амебой (увеличено в 200 раз).

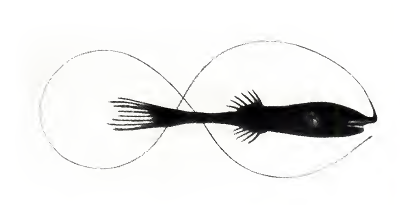


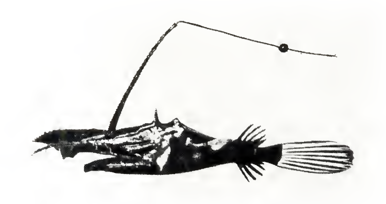
Гидравлические ножки морской звезды Вид снизу.



Миниатюрный дракон наших прудов: личинка жука-плавунца.



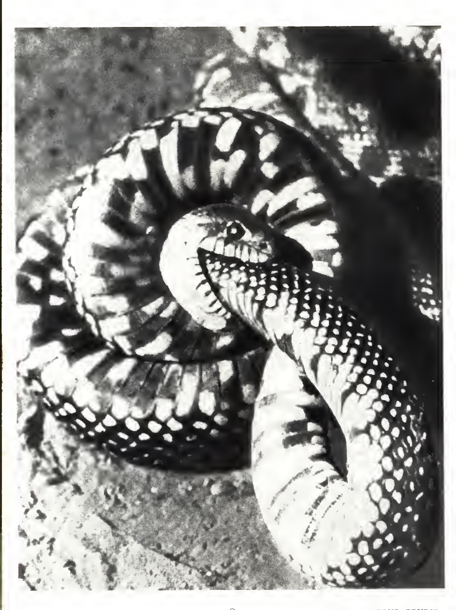




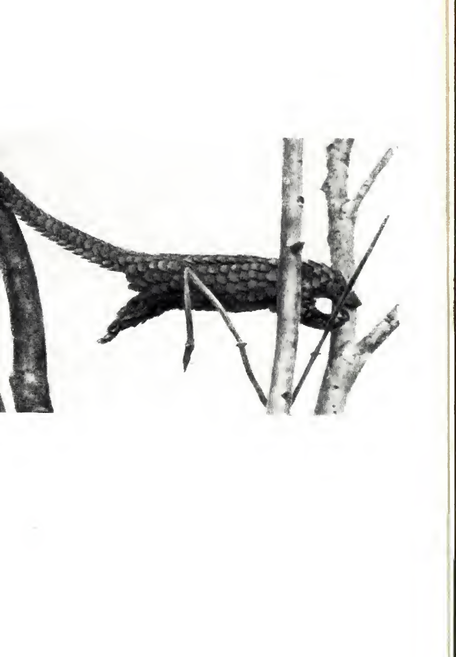
А это драконы глубоководные: рыбы-удильщики.



Сражение на микроптичьем уровне: паук-птицеед против колибри.



Змеи «от испуга скушали друг друга».





Панголин — бронированный зверек — с дерева на дерево прыгает ловко, как акробат.



Африканская змея-яйцеед всю жизнь на строгой диете: ест только птичьи яйца. Глотает их целиком. В пищеводе острые кости, торчащие из позвоночника и движимые особыми мышцами вперед и назад, перепиливают яичную скорлупу. Осколки ее змея отрыгивает, а белок и желток переваривает



Длинный язык дан панголину не для болтовни.



Животное, которое никогда не пьет! Знаменитая кенгуровая мышь



Евфаузиды — крохотные рачки. Их глаза переполнены витамином А.



Диатомовые водоросли красотой своих форм превосходят многих на Земле

Липкая жидкость прочно приклеивает к листу бьющееся в судорогах насекомое. Если добыча слишком велика, то листочек сгибается пополам и схватывает жертву, зажимая ее точно в кулак. Если на один лист усядутся две букашки, то реснички, эти цепкие пальчики росянки, разделяются: одни устремляются к первой жертве, другие — ко второй.

Случается, что на помощь листу, схватившему очень крупную добычу, например стрекозу, приходят другие листья росянки. По мельчайшим жилкам-сосудам, которые пронизывают листья, точно по нервам, передаются во всех направлениях сигналы о пойманной добыче. Реснички-щупальца, словно лапы фантастического хищника, медленно тянутся к попавшему в клейкий капкан комару.

Чувствительность ресничек росянки поразительна! Микроскопический кусочек женского волоса длиной в 0,2 миллиметра и весом в 0,000822 миллиграмма, положенный на лист, притягивает к себе реснички. Кончик языка человека — самая чувствительная часть нашего тела — не ощутил бы прикосновения такой пылинки.

Многочисленные желёзки, покрывающие листья насекомоядных растений, выделяют не только липкую жидкость, но и настоящие пищеварительные соки. Они напоминают наш желудочный сок. Не мудрено, что листья хищных растений могут переваривать мясо, сыр, кровь, семена, цветочную пыльцу, кусочки костей и даже твердую, как металл, эмаль зубов. И, переварив, всасывают все это.

По соседству с росянкой между кустиками клюквы и багульника караулит добычу другое хищное растение наших лесов — жирянка.

У росянки цветы белые, у жирянки — фиолетово-голубые. Нет у жирянки и ресничек-щупалец. Насекомых она ловит прямо листьями. Комары и мухи приклеиваются к ним, как к липкой бумаге. Впрочем, лист принимает и более активное участие в трагической пантомиме, которая разыгрывается среди болотных мхов. Он медленно изгибает свои края и, прижимая жертву, постепенно сдвигает ее к центру, где больше пищеварительной слизи.

Задолго до того, как ученые открыли хищников в растительном царстве, жители Лапландии употребляли в своем хозяйстве листья жирянки вместо сычуга, то

есть телячьего желудка. Сычуг добавляют в молоко, чтобы получить из него сыр. От соков, выделяемых жирянкой, молоко сворачивается, оказывается, не хуже, чем от желудочного сока теленка!

Почему, однако, эти удивительные растения решили стать хищниками? Разве мало им пищи, которую корни извлекают из земли, а листья из воздуха?

Плотоядные цветы растут обычно по берегам болот, торфяников, на бедных питательными солями почвах. В этом и причина их необычного питания: недостающий в почве азот растения-хищники пополняют за счет соков тела пойманных в хитроумные ловушки букашек.

Впервые о насекомоядных растениях ботаники узнали в середине XVII века, когда с острова Мадагаскар привезли в Европу живые мухоловки. То были растения, на концах листьев которых росли «кувшины» с крышечками. Когда «кувшин», развиваясь из листа, «созреет», крышечка открывается. Мухи и муравьи, привлекаемые «медом», которым смазано «горло кувшина», попадают на дно этой замечательной ловушки и тонут в жидкости, наполняющей ее.

Взобраться по отвесной и гладкой от воскового налета внутренней стенке «кувшина» почти невозможно. Но если даже несчастному насекомому ценой невероятных усилий это удается, то в горле «кувшина» его встречает непроходимый ряд острых, обращенных внутрь зубцов. Жидкость, наполняющая ловушки кувшинок, как и пищеварительный сок росянки, напоминает по своему химическому составу желудочный сок. В ней и перевариваются пойманные насекомые.

Иначе расправляется со своими жертвами другое насекомоядное растение — росолист, произрастающий в Португалии и Марокко. Его стебель и листья покрыты, как росой, клейкими и кислыми каплями. Мухи и муравьи, прикоснувшись к росинкам, становятся их пленниками. Говорят, что португальские крестьяне вешают росолист на окнах своих хижин: докучливые мухи прилипают к нему и гибнут.

Не все насекомоядные растения устроены, так сказать, по принципу липкой бумаги. Есть такие, которые хватают мух листьями, точно руками! У американской мухоловки листья усажены по краям длинными зубцами. Стоит к ним прикоснуться, как сейчас же обе половинки листа складываются по средней жилке, точно

книга захлопывается! Согнутый пополам лист крепко держит попавшееся насекомое, которое тут же в зеленой темнице и переваривается.

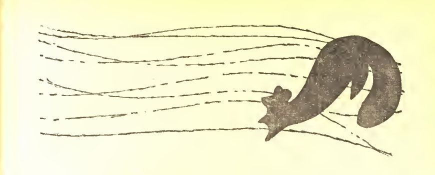
И вот что интересно: листья насекомоядных растений, как и ткани животных, производят, оказывается, электричество. Если замкнуть между контактами гальванометра лист мухоловки, то стрелка прибора отклонится: прибор зарегистрирует ток! От основания к вершине листа течет биоток положительного знака, а по черешку — отрицательного. Источники биотоков помещаются, по-видимому, в верхних слоях клеток листовой пластинки и в средней жилке. Каждое прикосновение к листу вызывает изменение напряжения тока, который сопровождает в тканях удивительного растения, как в организме человека, все явления передачи возбуждения.

Родина насекомоядных растений — тропические страны. Здесь их особенно много. Описано уже более 500 видов растений-хищников. Все они невелики. Самые крупные ловушки (у кувшинок и дарлингтоний) в длину не больше 100 сантиметров. Другие мухоеды еще меньше: крупные жуки и стрекозы без труда освобождаются из их капканов.

Агрессия и оборона: аллергия — друг или враг?



ГЛАВА IX



НЕМНОГО О КОШКЕ

Об аллергии теперь много говорят. Все о ней слышали. Медики в аллергии ищут сейчас корень зла и причины многих болезней, а физиологи рассчитывают найти в ней союзника и помощника в разгадке многого, чего не понимали раньше. Так что же такое аллергия?

Даже специалисты едва ли сразу могут дать точный и ясный ответ на вопрос об аллергии, поставленный так прямо.

Поэтому рассказ начнем о... кошке.

Случилось это в прошлом веке. Тихим летним вечером известный естествоиспытатель Салтер сидел на террасе загородного дома. Он чувствовал себя неважно. Какая-то ломота в руках и ногах. Сердце бьется так, словно ему тесно. Хуже всего с глазами: перед ними стоял туман, просто нельзя ничего было увидеть. И нестерпимый зуд в веках!

— Иди погуляй, — сказал Салтер кошке, которая спала у него на коленях. — Я хочу взглянуть на себя в зеркало.

Он прошел в дом и остановился перед большим трюмо.

— Что такое? Они стали красными, как у кролика-альбиноса, — пробормотал ученый, дотрагиваясь до глаз.

И вдруг он заплакал. Слезы были невольные, беспричинные, и их нельзя было удержать. Салтер стоял и плакал, не понимая, что происходит.

Скрипнула дверь: потягиваясь, вошла ангорская кошка. Он звал ее Артемидой и всегда брал с собой на работу. Она, как собака, бежала следом за ним и до вечера дожидалась у дверей лаборатории.

Салтер вытер слезы, подхватил на руки Артемиду, погладил ее... И тотчас руки покрылись багровыми волдырями, а из глаз снова потоком хлынули слезы. Он готов был содрать с себя кожу — так она чесалась! Он задыхался!

— Так это из-за кошки терплю я такие муки! Кто бы мог подумать, кто бы мог подумать! — повторял Салтер, расхаживая по веранде.

Салтер страдал аллергией к шерсти животных, как бы выразились теперь медики. Внимательно наблюдая за собой и кошкой, он сделал из своего несчастья неожиданные выводы, которые позднее облегчили страдания многих людей. Он описал признаки своей странной болезни, разработал для врачей особую кожную пробу на аллергию. Но речь об этом пойдет позже.

Никогда в природе не бывает двух совершенно одинаковых существ. Никогда. Даже идентичные близнецы, гены у которых совершенно подобные, несут в характере и телосложении своем некоторые различия.

Есть в биологии такой термин — первичная реактивность. Он означает способность каждого живого организма так или иначе реагировать на воздействие внешнего мира: на свет, на холод, тепло, дым, туман, запахи, краски, разные вещества, на микробов и их яды. Словом, на все, что нас окружает. Даже вирусы и бактерии обладают первичной реактивностью. Это свойство всего живого на Земле.

Если вирусы, скажем, осветить ультрафиолетовыми лучами, то можно расшатать их первичную реактивность. Теперь они сильнее будут реагировать на многие вещества, которые прежде переносили без особого вреда для себя. И миллиарды потомков облученных вирусов будут вести себя так же, как их «расшатанные» предки. Микробы — стафилококки, пневмококки, молочная палочка, стрептококки — тоже изменяют свою первичную реактивность (меру защиты), если достаточно

умело обработать их хинином, сулемой, азотнокислым серебром и другими вредными для них веществами.

Первичная реактивность — свойство глубоко индивидуальное, основы его заложены в наследственности организма. И даже братья по крови ведут себя здесь поразному. Взять морских свинок. Много лет назад их завезли в Европу из Южной Америки. Произошли они от двух разновидностей диких предков: бразильских и аргентинских, которые кровные братья. Но что касается первичной реактивности, то аргентинским морским свинкам далеко до бразильских. Говоря языком науки, морские свинки вообще «высокочувствительны». Врачи и биологи знают, как трудно работать с ними. Легкий ветерок в помещении — и морская свинка уже чихает: простудилась. Жаркий день — она лежит врастяжку, часто дышит: перегрелась. И очень нервный зверек! Может умереть от страха, если грубо взять его из клетки.

Селекционеры выводили породы морских свинок, «чувствительность» которых не знала предела. Они болели и гибли буквально от всего. Ставить опыты на таких животных было невозможно, выводили их для особых целей.

А вот мыши, суслики, крысы, напротив, получили от природы в дар такие гены, которые делают их очень жизнеспособными. Особенно крысы, они лучше многих других грызунов переносят и холод, и голод, и болезни. Крыса выживет и даже будет неплохо себя чувствовать, если заразить ее такой дозой дифтерийных микробов, от которых морская свинка сразу умрет. Обезьяны и голуби тоже очень чувствительны к действию дифтерийного яда.

Так вот, от этой врожденной первичной реактивности только один шаг до врожденной повышенной чувствительности, которую и называют аллергией. Вторая целиком зависит от первой.

Вещества, которые вызывают аллергию, называют аллергенами. Аллерген — значит «порождающий аллергию». Они бывают самые разные и самые загадочнообычные. В истории, приключившейся с Салтером, аллергеном была, например, шерсть кошки.

«БОЙТЕСЬ АМБАРОВ И ЗООПАРКОВ!»

Кожа и шерсть животных, перья птиц — самые сильные из аллергенов.

Без лошадей, говорят знатоки, немного бы достиг в древности человек. Впряженные в плуг и в колесницы лошади очень помогали людям, когда они закладывали первые камни цивилизации. Но лошади давно «трудятся» еще и в медицине.

Полвека назад, когда изобрели лечебные сыворотки, ученые выбрали лошадей, и те стали безучастными, но неизменно присутствующими «сотрудниками» бактериологических институтов. В любом таком институте всегда есть загон для лошадей. Вороные, гнедые, пегие лошадки беззаботно пасутся на лужайке. А в это время в теле каждой из них совершаются великие процессы. Лошадь сначала иммунизируют, вводят в ее кровь нужную дозу микробных ядов. Лошадь заболевает. И тут ее внутренние силы мобилизуют все свои возможности на борьбу с иноземным вторжением. В тканях вырабатываются особые вещества — противоядия яду микробов. Их называют антителами. Теперь уже кровь больной лошади целебна: в ней много крохотных бойцов против микробов — защитных антител. Если взять эту кровь (обычно берут сыворотку, кровяную жидкость без эритроцитов и лейкоцитов) и влить ее больному человеку, то антитела начнут уничтожать микробов, и человек, обретая столь мощных союзников, поправляется... или заболевает новой болезнью.

Вдруг появляется сыпь на коже, сильное сердцебиение, удушье, а иногда наступают даже шок и смерть.

Отчего? От сыворотки. Вернее, от аллергенов, которых в ней полным-полно. Конечно, эти внезапные и роковые осложнения развиваются только в том случае, если у человека, которому введена сыворотка, аллергия к конской шерсти.

И не только шерсть, все конское может вызвать у него приступы аллергии: сбруя, седло, попона, сам запах лошадиного пота. Увы, такой человек никогда не станет жокеем! А если он, ничего не подозревая, уже им стал, ему придется быстро переменить профессию.

Впрочем, аллергия принуждает менять профессию не только жокеев. Медикам хорошо известно заболевание — бронхиальная астма меховщиков. Рабочие, которые обрабатывают шкурки животных, иногда приобретают к их шерсти, как говорят, «особую повышенную чувствительность», то есть аллергию. Происходит это, конечно, не со всеми, а только с теми, кто получил от родителей по наследству повышенную первичную реактивность. Такой человек всю жизнь будет жить во вражде с аллергией. Имея дело с мехом, он заболевает.

— Вам нельзя работать на меховой фабрике, потому что у вас аллергия к шерсти животных, — говорят врачи. Говорят не по догадке, а произведя особую пробу. Ее изобрел Салтер больше ста лет назад.

Эта проба очень проста. Берут кошачью шерсть или шерсть другого животного. Приготовляют из нее «настойку», а потом вытяжку, удаляя все ненужные примеси. Оставляют только аллергены. Допустим, у кого-то подозревается аллергия к шерсти кошки. Тогда в кожу ему втирают эту самую «настойку». Если аллергия действительно есть, то спустя некоторое время на коже человека, там, где втерта была вытяжка, вспыхивает алое пятно воспаления. Глядя на него, врачи качают головами и говорят:

— У этого человека аллергия к кошачьей шерсти. Кожная реакция у него, как видите, положительная.

А теперь послушайте, что случилось недавно в одной научной лаборатории. Работали в ней десять сотрудников. Обычная бактериологическая лаборатория с подсобным помещением для животных (виварий — называют его обычно). Вдруг однажды выяснилось, что у всех десятерых явные симптомы аллергии: нарывы на теле, распухли и очень болят суставы.

Исследования остановились — некому стало работать. Срочно вызвали в лабораторию бригаду специалистов, врачей, изучающих аллергию. Первым делом приготовили вытяжки из шерсти и перьев лабораторных животных. Их было много: морские свинки, мыши, кролики, обезьяны, белые породистые петухи. Кожная проба у всех сотрудников была положительной. Сомнений не оставалось: аллергией наградили исследователей аллергены из перьев и шерсти лабораторных животных. То была настоящая аллергическая эпидемия. Даже со-

трудники, которые экспериментировали только с обезьянами, неожиданно, как рассказала кожная проба, обнаружили повышенную чувствительность и к аллергенам из перьев петухов и кроличьей шерсти.

И таков финал этой истории: всем заболевшим сотрудникам пришлось переменить профессию, им рекомендовали впредь далеко обходить стороной всякое животное.

Аллергены заставляют человека с высокой первичной реактивностью быть очень осторожным. Даже собака, которая, казалось бы, без вреда для всех много лет прожила в доме, может стать в конце концов смертельно опасной.

И после того как от общения с собакой разовьется у человека аллергия к шерсти, он не сможет прикоснуться ни к одному животному, ни к одной птице. А если прикоснется, почувствует тотчас мучительное удушье (его называют часто астмой).

Вы решили украсить шляпку птичьими перьями? Не спешите. Сначала проба на аллергию, потом перья. И уж во всяком случае, не берите их от старых птиц, потому что в них больше аллергенов — таков совет знатоков, хорошо знакомых с коварством аллергии.

Английский биолог Крайн выразил свое предостережение в словах еще более энергичных.

— Бойтесь амбаров и зоопарков! — сказал он.

Для многих, кто любит поглазеть на животных в клетках, звери могут быть опасны даже за решеткой. Ведь аллергены из шерсти и перьев незримо носятся в воздухе. Человек, к ним не восприимчивый, ничего не почувствует. Ну а какие испытания ждут аллергика при встрече с аллергенами, мы уже знаем.

Амбары опасны тем, что в них водятся мыши, крысы, летучие мыши. Словом, тоже «зверье».

Опасны даже игрушки — лохматые медведи и зайцы с шерстяным ворсом!

Для аллергиков часто и одежда аллергенна: пальто с меховым воротником, пуховый платок, шуба, валенки. А свитер может обратиться в отравленную тунику Геракла. Кожа под ним зудит и вспухает, спазмы перехватывают дыхание. То знобит человека в чужой шерсти, то бросает в жар — вот каковы причуды аллергии!

БОЙТЕСЬ БАБОЧЕК!

Бабочка машет крыльями и роняет пыльцу, которой они припудрены. Ветер подхватывает ее и разносит далеко вокруг. А в потерянных чешуйках сильные аллергены! Нескольких достаточно, чтобы аллергик тяжело занемог, вдохнув их с летним ветерком.

Днем бабочки, а ночью мотыльки — нет покоя ни днем, ни ночью тому, кого собственные его гены обрекли жить в страхе перед насекомыми.

Невинные ручейники, что недолго порхают летом над водой, тоже опасны для него. И комары, и москиты, всякий «гнус» таежный, и пчелы, и осы! А клопы, так те буквально могут «загрызть» аллергика насмерть!

Знал об этом Салтыков-Щедрин, когда писал «Историю города Глупова», или только фантазировал, но погрешил против правды немного, рассказав о том, как взбунтовавшуюся Дуньку загрызли насекомые. Она «заняла оборону» в избе и, делая вылазки, распахивала дверь, и тотчас полчища клопов атаковали глуповцев. Те в ужасе разбегались. Но пришел день, и в избе стало тихо: Дуньку заели клопы!

А такое и вправду ведь случалось в России! С аллергиками. В иных избах клопов не сотнями считали. При расчесах клопиные аллергены попадали в кровь. Человек болел и умирал. Медицине, говорят, известны такие происшествия. Чаще грудные младенцы гибли от клопов, редко, но случалось, что и взрослые умирали бесславной смертью глуповской Дуньки.

Итак, клопы, комары, москиты, безусловно, вредны во всех отношениях. Их надо уничтожать. И их уничтожают инсектицидами. Но инсектициды, представьте, часто сами содержат аллергены. И получается, что, атакуя с их помощью насекомых, человек поражает себя.

Аллергены работают скрытно. Их очень трудно нащупать, действуют они с редким упорством. Для развития аллергии как раз и нужно малое, но длительное воздействия аллергенов.

Несколько лет назад в районе Великих озер в Америке решили уничтожить комаров. Размах работ был чисто американский... десятки самолетов распыляли ядовитые вещества, работники санитарной службы в защитной одежде дополнительно опрыскивали каждую кочку. Вода

на болотах покрылась толстой пенкой химикатов. Комаров не стало. Комары погибли, но пришла... аллергия. У жителей окрестных городов и ферм обнаружились все типичные ее симптомы. Людей спасали от малярии, но от аллергии защитить не смогли. А едва ли аллергия менее опасна, чем малярия.

ДЛЯ ВСЕХ ЛИ СЛАДКА ЗЕМЛЯНИКА?

«Отец медицины» Гиппократ знал и описал почти все известные нам болезни. Одно странное заболевание очень его удивило, и, рассказывая о нем, он не скрывал своего замешательства и недоумения. Есть люди, говорит Гиппократ, которые едят то же, что и все, а потом вдруг сразу, после утренней, дневной или вечерней трапезы, покрываются струпьями и отекают. И вроде бы ничего особенного не съели: мясо, рыба, яйца, молоко. Никаких заморских кушаний и приправ.

Прошли века, а врачи и сейчас замечают, что земляника, например, лакомство не для всех. Иным людям она приносит не радость, а адские муки.

— Почему бы это, доктор? А уж от земляники с молоком и совсем худо...

Врачи теперь знают, что в землянике и в молоке много аллергенов. Особенно в молоке, правда, не в сгущенном, потому что высокая температура, при которой приготовляют его, разрушает аллергены. Но сгущенным молоком нельзя кормить младенцев. И худо тем из них, которые приходят в этот мир с высокой первичной реактивностью.

Аллергия к молоку (ее называют нередко диатезом) обнаруживает себя в отечности и мокнущих пузырьках на коже. А иногда дело кончается совсем плохо: ребенок умирает.

Шоколад буквально «перегружен» аллергенами всех сортов. В нем целый букет аллергенов. И в леденцах их немало.

Даже хлеб наш насущный — пшеничный и ржаной — некоторым людям лучше не есть. Они задыхаются от одного лишь запаха муки, от одного вида гречневой каши и кукурузы.



И рыбу тоже лучше не есть! И быть подальше от того места, где ее жарят. Один больной аллергией мальчик синел, задыхался и терял сознание, если при нем открывали банку сардин. Нельзя на виду у аллергика разбить и куриное яйцо — сейчас же у него будет тяжелый приступ. Ибо в яйцах и в курином мясе тоже есть аллергены.

Аллергия изобилует загадками. Есть люди, которым причиняют страдания и шерсть животных, и их мясо.

Но бывает, что не переносящие шерсть аллергики с аппетитом и без вреда пьют молоко, едят мясо, рыбу, но... только без приправ! Несколько крупинок перца, листик петрушки в супе, горчица (и в пище и в горчичниках) несут им муки, от которых медицина бессильна пока их избавить.

Аллергия к пряностям совсем нередка. Сколько в давние времена сломано было копий (и мимоходом сделано географических открытий!), чтобы на стол европейца попали жгучие приправы к его пресной пище. Искатели пряностей и приключений не могли, конечно, знать, что вместе с бесценными грузами в трюмах кораблей — в мешках с корицей и перцем — везут они на родину целый «арсенал» зловредных аллергенов.

ШКВАЛ ЦВЕТОЧНЫХ БУРЬ

Поллиноз — это повышенная чувствительность к пыльце растений. Другие его названия попроще и понятнее: «цветочный насморк», «сенная лихорадка».

Римский врач Гален 800 лет назад видел удивительные вещи: роза, прелестный цветок. Но есть люди, которые лишь понюхают ее, и сразу из носа у них неудержимо польет кровь. Кто виноват? Аллергия.

Она и новогодний праздник может испортить людям. В конце декабря в начале января по странам мира, где празднуют Новый год с елкой, начинает поход эпидемия «новогодней аллергии». Многие аллергики не переносят запаха хвои — и еловой и сосновой. И эти несчастные часто задыхаются там, где дышится легко и приятно, — в сосновом бору.

Они бегут из леса, как из ада, потому что смолистые запахи несут им пытки. В Московской области два аллергических сезона — весна и лето. В это время цветут деревья и травы. Две трети обследованных москвичей-аллергиков, как неожиданно выяснилось, не переносят пыльцы луговых трав. Многим опасны и цветущие деревья.

Может, поэтому весной в Москве на приеме у врача столько больных с опухшими лицами, воспаленными глазами. Зацветают ольха, орешник, береза...

Конец мая — начало июня. Вся земля в цвету. Раз-

носит ветер пыльцу луговых трав: тимофеевки, бухарника, овсяницы, лисохвоста. А людей, подверженных аллергии, мучает «пыльцевое отравление».

Как с ним бороться?

Думали-думали и придумали: аллергию надо перехватить на полдороге. Когда аллергены попадают в кровь, организм наш вырабатывает против них антитела. Те устремляются навстречу наглым пришельцам, со всех сторон окружают пыльцевые аллергены, сдерживают их, связывают, или, как говорят медики, блокируют. И человек очищается от «злых духов», то есть от аллергенов.

Так вот, не дожидаясь, когда весной цветущие травы и деревья застанут несчастных людей врасплох, врачи заранее проводят аллергиков через грозящие испытания, чтобы организм заготовил все необходимые ему к лету антитела.

Делают специальную вытяжку из цветочной пыльцы. Несколько капель ее можно пустить в нос и в рот, но наилучшим считается «метод кожных квадратов». Рисуют йодом на коже больного квадратик, царапают тонкой иголкой и капают аллерген. На другой день — еще один квадратик, но уже побольше, потом третий, четвертый — все крупнее и крупнее. В конце концов, спина у больного будет разрисована как шахматная доска, но только каждый ее квадрат больше предыдущего. Человек постепенно получает возрастающие дозы аллергенов и не спеша обезвреживает их. А когда приходит весна и лето, в его крови уже много антител, готовых сразиться с аллергенами пыльцы.

«СМЕНИТЕ КЛИМАТ...»

Английский врач Джон Босток сумел «увидеть» аллергены даже в солнечном луче.

Заметил он, что зимою здоров и много работает, но с приходом весны и лета куда уходят силы? Зимой и думать забывал о насморке, а летом он его очень мучил! Днем доктор словно слеп: слезились глаза и смыкались веки от солнечного света. Он тосковал по морозному воздуху, которым всегда так легко дышится, потому что летом у него постоянно тяжело давило грудь. День за днем описывал ученый свои странные недуги, не забывая ни малейшей детали. А потом докладывал о своих наблюде-

ниях (это было больше 150 лет назад) на заседании Королевского медицинского общества. Слушатели удивленно качали головами в высоких париках.

Так Джон Босток открыл новую главу в учении об аллергии — роль климатических факторов.

Для жителей средних широт нередко в тропиках «ядовитой» становится морская вода. Стоит только войти в море, как моментально кожа багровеет и покрывается волдырями. И такое в ней жжение и зуд, словно к телу прикоснулись не ласковые волны, а смертоносный иприт.

Когда климат грозит человеку аллергией, трудно ему найти спокойное место: аллергены всюду преследуют его. Нет лучшей, оптимальной для него погоды. Ни один аллергик не скажет, что ему вреден дождь или снег, он не может наверняка знать этого. И приходится ему наугад колесить по стране. Только облегчение, которое он почувствует на новом месте, подскажет ему, где лучше всего жить. Иногда в степях Алтая, хотя там и зимой и летом дуют ветры и климат совсем не мягкий, бесследно проходит бронхиальная астма, годами мучившая человека на Украине. Или таким желанным местом окажется Орловская область, а то и далекая Камчатка. Заранее угадать невозможно!

ВРАГ СКРЫВАЕТСЯ ПОД ЗНАКОМ «ИКС»

Наши легкие довольно мощный насос: они затягивают в себя вместе с воздухом все ненужное, что носится в нем.

Черные трубы маячат в сером тумане: это повисли в воздухе ядовитые частицы серы, никеля, угля, каменноугольных смол. И в них притаилась аллергия! Она подкрадывается к жителям крупных промышленных центров исподволь и совсем незаметно, поражая глаза, слух, суставы, кожу, легкие. Когда врачи мало знали об аллергии, то, выслушивая и выстукивая таких больных, думали о самых разных болезнях: туберкулезе, подагре, экземе.

Наука об аллергии одновременно и старая и молодая. Только в последние десятилетия происходит осмысливание наблюдений, уходящих корнями в седую древность.

Чадят трубы заводов и фабрик, стелется над кварталами дым. И в нем много аллергенов. Особенно если это дым предприятий, вырабатывающих касторовое масло. Все та же ненавистная касторка! Она содержит два аллергена, которые улетают в трубу и заражают воздух, когда перерабатывают касторовые бобы.

Бывает и так: лежит возле дома куча шлака. Подъезжает самосвал, ссыпает новую груду угольных отбросов, и куча понемногу растет все выше и выше. Никто не обращает внимания на нее. А в доме напротив живут люди. Черная куча маячит перед окнами, угольная пыль залетает с ветром в дом.

Что за странные болезни появились в этом квартале? Ноги не слушаются, невозможно ходить, так распухли суставы. Веки, нос, горло, словно ртутью, наливаются тяжестью. И удушье! Если врач плохо знаком с аллергией, ему может показаться, что тут дело в какой-то непонятной инфекционной болезни. Теряет он время на ненужные анализы. А черная куча шлака все растет и растет.

Обычная пыль улиц и квартир переполнена аллергенами. В ней и микробы, и пыльца, и споры мельчайших плесневых грибков. Грибковые споры побили рекорд: их в пятьдесят раз больше, чем всех других аллергенов, парящих с пылью. А зимой даже в сто раз. Полагают, что часто встречающееся заболевание у жителей сырых домов — бронхиальная астма — обязана своим происхождением плесени — грибку мукору.

Собирательным именем «икс» назвали для удобства исследователи все аллергены, которые находят в пыли.

АЛЛЕРГИЧЕСКАЯ ВЛАСТЬ ЛЬНА И ФИАЛКОВОГО КОРНЯ

Говорят, что, когда были в моде гладкие прически, у женщин меньше болели головы. Во многих средствах, которыми пользуются при укладке волос, есть аллергены.

Льняное семя награждает головы модниц и тонкой завивкой, и тупой мигренью. Аллергическая власть льна распространяется далеко. Лен — основа жидкого мыла, разнообразных косметических шампуней. Капон — это растительная вата из льна, которой набивают подушки,

диванные валики, матрацы. Лен в любом виде вызывает аллергию и гораздо чаще, чем можно предполагать.

Миллионы женщин ежедневно делают прически, и миллионам женщин нравится красить волосы. Но многие ли из них внимательно читают инструкции, упакованные вместе с флаконом? А в них черным по белому написано: немедленно прекратите окраску волос, если почувствуете зуд, жжение и покраснение кожи! Химическое вещество парафенилендиамин входит в красители всех волос (и мехов тоже), а это сильный аллерген.

Еще Клеопатра египетская, красавица из красавиц, в румяна и притирания свои добавляла фиалковый корень. Древние книги нас в этом уверяют. Его и сейчас кладут в пудру, в разные кремы, мази, эмульсии, румяна и в грим, а он... сильный аллерген. И бывает так, что женщина, ничего не подозревая, раскрывает пудреницу, а подруга вдруг, задыхаясь, хватается за грудь: приступ астмы душит ее от одного запаха пудры. Прилавки аптек и парфюмерных магазинов пестрят этикетками зубных порошков и паст. Но каждый тюбик содержит немного фиалкового корня и аллергенной пахучей мяты.

Парфюмерные аллергены часто «заразительны». Привычка из года в год пользоваться одной и той же пудрой, чистить зубы одной и той же пастой, душиться любимыми духами может стать опасной. Она создает постоянную аллергенную «атмосферу» в доме. Если аллергия минует самого человека с такой привычкой, то семья, сотрудники по работе окажутся в орбите медленного влияния аллергенов, а это никогда не проходит бесследно.

Распознать здесь причину аллергии — задача со многими неизвестными. Легко ли догадаться, например, что кровавые нарывы на теле ребенка появились от помады, которой мама красит губы? И главное здесь — уловить момент. Первые признаки аллергии — это ее предупреждающие сигналы. Важно вовремя заметить их.

Действие аллергии на организм можно сравнить с падающей каплей воды, которая, как говорит латинская пословица, «пробивает камень не силой, а частым падением». Медленная, незаметная, но неуклонно повторяющаяся изо дня в день обработка человека теми или иными аллергенами в финале всегда приносит очень тяжелые недуги. Врач должен вовремя поставить правильный диагноз и принять необходимые меры, чтобы прекратить поток аллергенов. Но откуда идет этот по-

ток — от мяса, шерсти, рыбы, цветочной пыльцы или уличной пыли, от хлеба, комаров, солнца, ветра или губной помады, — вот что трудно установить. А пока здесь не найдено решение, аллергия процветает, это орешек крепкий.

Учение об аллергии в наши дни стало самостоятельной наукой. Во всех странах теперь изучают ее специальные институты. Работа в них ведется очень важная. И многое уже сделано.

Но чем больше наука собирала фактов, чем обширнее становилось досье, заведенное на аллергию, тем загадочнее она представлялась ученым.

ОБОРОТНАЯ СТОРОНА ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ

Открытие пенициллина — это «золотая эра медицины», «достижение, сравнимое лишь с завоеванием космоса». Так писали и пишут. Миллионы человеческих жизней спасены пенициллином, и в триумфальном шествии по миру чудо-лекарство не знает себе равных.

Мало этого, пенициллин проникает в области, казалось бы, не имеющие ничего общего с медициной. В птицеводство, например, и пищевую промышленность. Неоценимую услугу оказывает он при консервации и в гастрономических секретах приготовления различных продуктов. А желторотые цыплята клюют пенициллин вместе с зерном. От него быстрее растут и меньше болеют...

Но вернемся к медицине. Из миллионов шприцев в тела больных ежегодно льются во всем мире ручьи, потоки и, пожалуй, даже реки пенициллина. Спектр применения антибиотика стал настолько широким, что во всех частях света уже раздаются тревожные голоса: «Старайтесь возможно реже назначать больным пенициллин!»

Что их напугало? Аллергенность пенициллина! Американские ученые подсчитали: ежегодно 200 случаев тяжелых аллергических осложнений после лечения пенициллином, почти треть из них — со смертельным исходом. Зловещий процент смертности нарастает как снежный ком: 2 процента прибавляется каждый год!

Результатом аллергенного действия пенициллина может быть сильнейший биологический удар по организму,



быстрый, как электричество, и неумолимый, как сама смерть. Трагедия разыгрывается молниеносно, ее не остановишь и не отвратишь. Но предупредить можно!

Рассказ об аллергии к пенициллину умышленно начат со смертельного шока. Об этом должны знать все. Нет человека, который не верил бы в пенициллин. Пенициллин — чудо, это истинная правда. Больные часто

упрашивают врача назначить уколы пенициллина, чтобы сбить температуру, как они объясняют. Другие средства ничего не значат в их глазах. И бывает, что недостаточно знающий врач назначает пенициллин тогда, когда его можно было бы вполне заменить другим лекарством. А то и еще хуже: люди начинают сами себя лечить. Покупают в аптеке пенициллиновые таблетки. Так незаметно, неуклонно происходит в нашем мире повышение чувствительности населения к пенициллину.

Шок — самый страшный и самый странный эффект аллергии. Но она может проявляться и в более мягкой форме. Правда, в «мягкой» относительно: так же «мягка» и ежовая рукавица.

Коварные способности у пенициллина: он накапливается в организме и ждет своего часа. Каждый укол, каждая таблетка пополняют пенициллиновые «кладовые». Неважно, что приемы лекарства происходят редко и растянуты на месяцы или даже годы.

Аллергены, попадая в кровь, подхваченные ее горячим потоком, устремляются к своим складам. И вот, скрытые в глубине органов, притаились они, как диверсанты, для которых все средства хороши. Спустя некоторый срок начинается подрывная работа. Аллергены действуют медленно и методично, идет, как говорят медики, «аллергическая реакция замедленного типа».

Заболевают кровеносные сосуды, важнейшие магистрали организма. В них затруднен бег крови, потому что аллергены перекрыли тоннель. Вокруг сосудов разрастаются плотные образования — их называют манжетками, — они кольцом сжимают артерии. Те становятся все уже и уже, и совсем тонкая струя крови протекает теперь через них. А если «заболел» кровеносный сосуд, то непременно заболеет и орган, который он питает. Мало притекает крови, мало кислорода для тканей, мало питательных веществ, и поэтому замирает жизнь в пораженных тканях.

Но и этим дело не ограничивается. В самом «тоннеле», внутри кровеносного сосуда, в теплой крови продолжают воевать пенициллиновые аллергены. В крови, как известно, плавают кровяные тельца: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, растворены различные соли и белки: альбумины и глобулины. Пенициллиновые аллергены, попадая в кровь, проявляют к своим соседям крайнюю недружелюбность. Словно сговорившись, устремляются они

к жертве — кровяным белкам. Сгрудившись вокруг, аллергены забирают их из крови и образуют в соединении с ними новое химическое вещество с длинным названием: «пенициллин-альбуминовый комплекс». Произошла перестановка мест: плененные белки теперь служат захватчику.

Диверсия продолжается: аллерген-агрессор и похищенные им белки образуют зловещее сообщество, которое медленно разрушает организм. Уничтожаются лейкоциты, и человек заболевает очень тяжелой болезнью — агранулоцитозом. Или вдруг перестает свертываться кровь. Это ужасно, потому что любая ранка, царапина будет кровоточить до тех пор, пока не сведет в могилу. А может случиться, казалось бы, и совсем невероятное: начинают погибать собственные эритроциты (эта болезнь известна под названием гемолитической анемии).

Американский ученый Симмерс рассказал такой случай. Женщину ожидала операция. Нужно было удалить часть легкого. После операции потребуется, конечно, пенициллин. Поэтому у больной проверили степень чувствительности к нему с помощью кожной пробы. Она оказалась резко положительной. «Красный сигнал» предупреждал: есть аллергия к пенициллину! Но откуда она? Больная говорит, что никогда в жизни не лечилась пенициллином.

— Да вы вспомните! — настаивал врач.

— Ничего такого я не могу вспомнить! До этого я вообще никогда не болела. Не враг же я себе, доктор!

Врач был озадачен. Конечно, она не враг себе... Но почему такая высокая чувствительность к пенициллину?

Сделали операцию. В легком был найден темный комок величиной не меньше кулака — сплошное переплетение мельчайших длинных нитей. Это были гифы — ветвящиеся тела микроскопических грибков, пенициллиновой плесени. Как же они попали в легкое?

Потом все стало ясно. Больная действительно никогда не лечилась раньше пенициллином, но работала она на сыроваренном заводе. Оказывается, некоторые сорта сыров лучше созревают, если к ним добавить пенициллин. Женщина работала как раз в этом цехе и ежедневно вдыхала пенициллин, частички которого носились в воздухе. А уж, попав в легкие, споры плесени, из которой добывают пенициллин, стали быстро размножаться и расти.

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ЛЕКАРСТВЕННОЙ АЛЛЕРГИИ УГРОЖАЮЩЕ РАСТЕТ!

Так считают ученые. И эта проблема очень серьезна. Пенициллин изучен всего лучше, потому что это первый антибиотик, пионер среди них. За прошедшие двадцать лет открыты и изготовлены десятки других антибиотиков. Но увы, почти каждый из них вызывает аллергию.

Скажем, стрептомицин — антибиотик не менее важный, чем пенициллин. Стрептомициновая аллергия буквально гложет кожу.

Не одни только антибиотики несут в себе аллергены. Аспирин, хинин, морфин, снотворные средства, норсульфазол, стрептоцид, фталазол, сульгин, кокаин, йод, препараты пчелиного яда, антипирин — не видно конца этому списку! Много лекарств продают в аптеках без рецептов. И поэтому самолечение, к которому со спокойной душой прибегают люди, оборачивается самокалечением.

О сульфамидной кори слышали? Сыпь по всему телу с крупным багровым рисунком напоминает настоящую коревую. Неожиданность ее появления пугает больных и ставит в тупик врачей.И она не всегда безобидна. Темные пятна на коже лишь первый предвестник начинающейся аллергии к сульфамидным лекарствам. Потом будет хуже.

Конечно, аллергия к лекарствам не только результат легкомыслия людей, которые сами себя лечат. К сожалению, это тяжкая дань, которую выплачивает медицина природе за свои открытия. Страшный парадокс: пенициллин нас спасает, он же нас и губит.

Лет двадцать назад в медицинских руководствах было написано: «Нет никаких противопоказаний для применения пенициллина». Сейчас так уже никто не скажет. Врачи стали назначать антибиотики осторожно и осмотрительно. «Пенициллиновые реки» обмелели...

Но как же все-таки быть, если у больного повышенная чувствительность к антибиотикам, а без них нельзя обойтись? Тогда назначают пенициллин или другой

антибиотик вместе с особым веществом — антигистамином.

Уже не раз мы встречались с приставкой «анти» в словах. По-русски она означает «против». Познакомились с антителами, антитоксинами, антибиотиками, и теперь дошла очередь до антигистамина. Как понятно из названия, вещество это обладает действием, направленным против гистамина — особого химического соединения. При аллергическом процессе в организме всегда происходит накопление гистамина, он играет роль своеобразной спички. Чтобы затушить эту «спичку» и не допустить «аллергического пожара», нужен огнетушитель. Эту функцию и выполняют антигистаминовые препараты. Они, как правило, смягчают, успокаивают течение аллергии, ограничивают ее.

Но вернемся к больному. Итак, уколы пенициллина ему прописали с димедролом или другим антигистаминовым препаратом. Получается, что пенициллин спасает человека от микробов, а димедрол защищает от пенициллина. Такая двойная защита вполне оправдывает себя: больной излечивается от болезни, и у него не развивается аллергия к пенициллину.

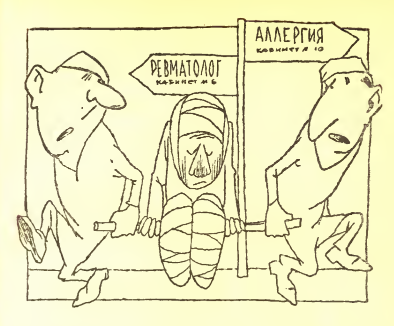
АЛЛЕРГИЯ «СТУЧИТСЯ» В КЛИНИКУ

Любой бы человек ужаснулся, если бы увидел под микроскопом миллионы бактерий, живущих у него во рту. Разумеется, от такого сожительства ничего хорошего ждать не приходится. Ухо, горло, нос, как говорят медики, — «входные ворота инфекции».

Чтобы задержать дальнейшее продвижение микробов из «входных ворот», природой предусмотрены специальные меры. Скопления особых клеток (их называют лимфоидной тканью) врастают в толщу мышц глотки. Получается своеобразное защитное кольцо из сторожевых постов. Островки лимфоидной ткани, этакие «заградительные холмики», изрытые «окопами» — лакунами. Одним словом, микроб не пройдет!

Но пройти он стремится.

В каждом звене защитного лимфоидного кольца происходит сражение с микробами. Краснота при ангине — это багровое зарево таких битв. Самые крупные



островки лимфоидной ткани, которые в виде двух парных выступов лежат сразу за языком, и есть знаменитые гланды. В них всегда гнездится великое множество микробов. Удар за ударом наносят они организму своими ядами, и вот постепенно начинает повышаться исходная к ним чувствительность: пришла очередь аллергии проявить свое коварство. Лекарства перестают помогать, ангина не проходит. Покрасневшие, переполненные гноем гланды — плохие защитники. Микробные аллергены превратили гланды в аллергический очаг. Отек настолько увеличил гланды, что они совсем сблизились и теперь почти закрывают вход в гортань.

Ни в коем случае нельзя переносить ангину «на ногах». Болезнь очень серьезная. Особенно опасна она для детей. Аллергический отек при ангине может стать настолько обширным, что как клещами начнет сжимать гортань. Ребенку нечем дышать, он задыхается. Лишь трахеотомия — горлосечение — древняя спасительная операция могла раньше помочь. Медлить нельзя. Минуты решают все.

Но врач держит не острый скальпель, а... шприц. В шприце лекарство от аллергии — антигистаминоз-

ные средства: димедрол или супрастин. И опухоль в горле исчезает.

Такое осложнение ангины встречается не всегда, но знать и помнить о нем необходимо.

А вот что происходит при ревматизме, когда аллергия вносит свой зловещий вклад в эту болезнь. Ангина или просто гнилой зуб — незначительный, полузабытый эпизод в начале заболевания. Но спустя некоторое время начинают болеть и распухать суставы, а главное, поражается сердце. При ревматизме сердце страдает рано и сильно. Старый французский врач Буйо говорил: «Ревматизм лижет суставы и кусает сердце».

Аллергические атаки при ревматизме бросают в бой армии аллергенов, разносимых кровью по всему телу. Под их ударами свои родные белки вдруг приобретают новые свойства. Они становятся вредными, чужими, врагами, или, как это называется по-научному, аутоантигенными. А раз они теперь вредят, то как противомера в человеческом организме начинают вырабатываться антитела, которые должны уничтожить их. И срабатывает зловещий механизм: антитела губят собственные белки! Правда, измененные и изуродованные под воздействием микробных аллергенов, но все-таки свои же! Организм съедает сам себя.

Теперь уже два типа аллергенов хозяйничают вместе: те, что поставили микробы, и те, которые раньше были нормальными белками. Они расплавляют ткани человека, грубо нарушают четкую работу органов, природную гармонию их строения. Аллерген для организма всегда чужак, и чужак разбойный. То, что называют обострением болезни при ревматизме, — это новые набеги аллергенов на сердце, суставы, легкие и мозг. Лекарства парализуют разбой аллергенов, но отнюдь не полностью. Вот почему могут быть затяжные формы ревматизма, длительностью на всю жизнь.

Опасна аллергия и при туберкулезе. Кальметт назвал туберкулез «грустной песней, начатой в колыбели и законченной в могиле». Эту «грустную песню» в наши дни поют немного веселее, потому что есть теперь хорошие лекарства от туберкулеза. Стрептомицин, паск, фтивазид совсем излечивают чахотку. Но все-таки люди умирают и от нее. И этому немало способствует аллергия.

Бывает, что степень первичной реактивности орга-

низма, та, с которой человек родился, очень обостряется при туберкулезе. На этом благодатном фоне развивается аллергический процесс такой силы, что его можно сравнить разве что с пожаром. «Пламя» охватывает то один орган, то другой, и, как говорят врачи, туберкулез принимает «генерализованную форму». С легких болезнь перекидывается на почки, мозг, изъедает суставы. При таком туберкулезе уже не помогают никакие лекарства — столь велик аллергический «накал» организма.

ФЕНОМЕНАЛЬНО МНОГО ФЕНОМЕНОВ!

Изучение аллергии, по существу, бесконечная вереница загадок. По числу феноменов, открытых ею, эта наука прямо чемпион, так их много! Почти каждый феномен именной — носит фамилию врача, который впервые описал его. При туберкулезе он называется пробой Пирке, при бруцеллезе — пробой Берне, есть феномен Дика, Санарелли, Шварцмана, Беринга... Только, пожалуй, при сапе аллергический феномен обозначается просто как «малеиновая проба».

Вот, например, что происходит при феномене Артюса. Кролик и лошадь, как известно, родственники не очень близкие. Даже если их попытаться сроднить общей кровью, все равно не выйдет. Скажем, кролику ввести кровь лошади.

Делается небольшой укол в кожу, в чисто выбритый кроличий бок. День проходит, ничего вроде бы не меняется. Кролик подвижен, здоров и с завидным аппетитом очищает свою кормушку. На следующее утро он получает еще один такой укол и опять «не замечает» его. На третий день зверек начинает беспокойно метаться по клетке, ничего не ест и жалобно стонет. Еще бы: на боку, в месте укола, зияет ужасающая глубокая язва. Это сработала аллергия. Ведь в крови лошади содержится много веществ, которые для кролика сильные аллергены. То же самое будет, если лошади ввести сыворотку кролика (разумеется, в несравненно большей дозе) или поставить этот опыт на двух других животных разного вида.

А при феноменах Шварцмана наблюдается такая картина. Кролик получает в кожу один-единственный укол. Обычно вводится лошадиная сыворотка, но можно взять сыворотку морской свинки или небольшое количество каких-нибудь микробов — это дела не меняет. Прошел день. Кролик чувствует себя превосходно, и на его боку нет ни малейших следов от укола. Если теперь сделать второй укол (только лишь второй!), но не в кожу, а в вену кролика, чтобы аллергены сразу попали в кровь, начинаются удивительные превращения. Как на фотографической пленке, происходит «проявление» первого укола на коже: отек, краснота, омертвение тканей, а затем огромная зияющая язва. Но ведь укол был сделан совсем не рядом, а в вену! Почему так получается? Непонятно.

Совсем уж парадоксальные вещи обнаруживаются в феномене Беринга. Если очень маленькие дозы ядов болезнетворных бактерий ежедневно давать какому-нибудь животному, например лошади или мыши (всего одну сотую либо тысячную долю смертельной дозы), то звери начинают болеть, чахнуть и в конце концов обязательно погибают. Если тот же бактериальный яд ввести не дробно, а всю дозу сразу, животные остаются в живых. Казалось бы, такое единовременное поступление ядовитых веществ должно оказать более сильное действие, как концентрированный удар, однако все происходит наоборот.

Кожная аллергическая проба, о которой было уже так много рассказано, по существу, тоже феномен. Это своеобразные «позывные» аллергии.

Кожа — экран, на который проецируются внутренние процессы, происходящие в нашем организме. «Запомните, что никаких кожных болезней нет, а есть только общее заболевание, которое отражается на коже», — слышит студент-медик, едва переступив порог дерматологической клиники. Волдыри, сыпь, язва — всего лишь наружное проявление «аллергического вулкана», который бушует внутри человека. Это «лава», которая в зависимости от характера течения аллергии самопроизвольно изливается на кожу. Весь организм при этом находится в состоянии большого напряжения, значительной «наэлектризованности», а кожная проба как бы отблеск при пожаре. Стоит добавить к аллергенам, которые работают внутри, самую их малость

на кожу, как сразу же вокруг укола появляется краснота.

Нет возможности рассказывать о других аллергических феноменах — их слишком много. Общая черта роднит все эти загадки природы: неясность, даже какая-то абсурдность, происходящего, не укладывающаяся в рамки наших известных медицинских знаний. Феномены описаны много лет назад, но и до сих пор не находят объяснения. И даже счетно-вычислительные машины не могут здесь помочь биологам.

ЛЯГУШКИ ПОМОГАЮТ ПО-ПРЕЖНЕМУ

Дело было так. Однажды немецкому натуралисту Фрейлиху пришла в голову счастливая мысль. Что, если лягушке, обыкновенной прудовой лягушке, сделать укол чужеродной сыворотки? Под рукой у него оказалась только лошадиная сыворотка, и он набрал ее в шприц. Проколов тонкую лягушачью кожицу, нажал на поршень. Появился небольшой желвак, который потом постепенно рассосался.

Прошел день, второй. Квакушка вела себя как ни в чем не бывало. Фрейлиху не терпелось узнать, что же все-таки с ней происходит. Неужели так ничего и не изменилось? Лягушка не собиралась ни болеть, ни умирать. Тогда Фрейлих оставил эту лягушку для наблюдения, а сам взял другую и проделал с ней то же самое. Он все думал и думал, как заглянуть внутрь лягушачьего тела, чтобы узнать, что там творится.

И тут Фрейлиха осенило: надо же посмотреть в микроскоп на брызжейку! Это тончайшая пленка, которая тянется во всю длину кишечника. Она прозрачна и пронизана сетью кровеносных сосудов, питающих кишки. Ученый усыпил лягушку, вскрыл ее и растянул на предметном столике микроскопа брызжейку.

Но теперь видно хорошо! Вот основной ствол кровеносного сосуда, а эти ветви — капилляры. По ним быстро струится кровь. Наталкиваясь друг на друга, плывут в ней эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. Некоторые шарики, подталкиваемые другими, выписывают замысловатые дуги.

Надо сказать, Фрейлих погубил немало лягушек, но все же не нашел в них ничего особенного.

Но вот однажды он придумал новый опыт. Сделав лягушке укол, он растянул под объективом микроскопа брызжейку и капнул на нее сверху маленькую каплю той же лошадиной сыворотки, которая осталась в шприце. Взглянул в микроскоп — и ахнул. Кровяные шарики, которые до этого быстро бегали внутри сосудов, внезапно остановились. Они не желали больше двигаться. Лейкоциты, эритроциты, тромбоциты сиротливо прижались к стенкам сосуда. Жидкая кровь, в которой они плавали, начала стремительно просачиваться наружу. Вокруг кровеносного сосуда нарастал отек.

Так было сделано очень важное открытие.

Стенка кровеносного сосуда пронизана множеством крохотных дырочек и поэтому проницаема, как решето. Аллергены, бывшие в той капле, которую Фрейлих уронил на брызжейку, моментально всосались в кровь. Где-то там, в глубине лягушачьего тела, они встретились с теми, которые попали в нее раньше, из шприца.

Теперь их стало значительно больше, и они соединенными силами атаковали бедную лягушку.

Фрейлих первым увидел, что происходит при аллергии в крови. Он узнал, что самая примечательная ее черта — выход жидкости из кровеносных сосудов и обширные отеки. Отек развивается со скоростью стихийного бедствия. Если дать волю воображению, отек можно было бы сравнить с наводнением.

То, что Фрейлих увидел в маленькой лягушке, происходит и в человеке. Кровеносные сосуды «мелеют», жидкая кровь уходит в ткани, а кровяные тельца застревают на «мели». Они теперь не могут выполнять работу, которую природа им поручила. И ткани организма голодают.

Когда начинается аллергическое «наводнение», стенки сосудов не в силах удержать напор плазмы крови, которая стремится выйти наружу. Аллергены буквально изгоняют ее из капилляра. Жидкость покидает сосуды и превращает полости, где лежат наши органы, в настоящие внутренние «озера». А легко ли дышать легким, когда кругом наводнение? Как работать отекшему сердцу?

Теперь мы знаем, что происходит при аллергии в крови. А в других органах — что там?

АНТИТЕЛА ИДУТ В БОЙ

Фагоцитоз, как известно, открыл Илья Мечников.

На прозрачной, как стеклышко, водяной блохе изучал он удивительную войну клетки против клетки. Как Гулливер, смотрел профессор сквозь линзы микроскопа на сражавшихся перед его глазами лилипутов. И не было среди них ни «тупоконечников», ни «остроконечников», лишь злая армия нападающих микробов и отважных защитников — лейкоцитов. Они набрасывались на бактерии и пожирали их.

Соединительную ткань назвали очень удачно. Она действительно соединяет решительно все в организме. Залегает между органами и полостями, строит стенки кровеносных сосудов, проникает вместе с ними в любой участок тела. Раньше так и думали, что соединительная ткань — это, мол, просто биологическая прокладка, нечто вроде пенопластового матраца, без которого человеческие органы расшибались бы друг о друга, особенно при сильных встрясках.

И только Мечников открыл всем глаза на ее иную роль. Все это так, сказал он, но у соединительной ткани есть и другое назначение, и как оно важно! Кузница фагоцитов — вот еще что такое соединительная ткань! Фагоцитоз — самый простой метод защиты. Суть его одна и та же и у человека, и у водяной блохи.

Но вот бактерии снова и снова атакуют человека, и лейкоциты не успевают их пожирать. И совсем дело плохо: появились микробы, вооруженные аллергенами. Не так-то уж важно, сколько их; важно, как часто нападают они.

Может случиться, что аллергены наступают медленно и «точат» человека исподволь (реакция замедленного типа). Где-то там, в глубине его организма, «на территории клеток», как говорят ученые, разыгрываются ожесточенные бои. Аллергены нападают, а наши клетки обороняются. С переменным успехом идет эта война, и перевес то на одной, то на другой стороне. Победят клетки — наступит выздоровление. Если же аллергены окажутся сильнее (а полностью их одолеть очень трудно), то будут снова изматывать человека возвраты аллергических волн.

Территория клеток, где идут бои, представляет настоящее поле брани. Разбухают и разрушаются волокна

соединительной ткани, всюду видны мертвые клетки и зияющие язвы. Происходят глубокие анатомические нарушения, которые, конечно, влекут за собой непоправимые расстройства важных жизненных процессов.

Есть еще одна форма аллергической реакции — немедленный тип. Некоторые ученые считают, что и немедленная и замедленная аллергические реакции тесно связаны между собой. Так или иначе, но особенность первой — необыкновенная быстрота. Проходят часы или даже считанные минуты, и начинается схватка с аллергенами. Начинается в крови, куда сначала попадают аллергены. Так сказать, на подступах к тылам организма. И вот тут, чтобы остановить врагов у входа, селезенка, костный мозг и лимфатические узлы посылают в кровь верных и быстрых стражей — защитные антитела. Их вырабатывают особые клетки — плазмоциты. Каждая клетка фабрикует антитело своей собственной конструкции. Миллионы клеток, миллионы разных антител бросаются в атаку на антигены: для каждого находится особое средство, уничтожающее его.

Производство антител — самый быстрый и совершенный способ защиты животного организма. Антитела, которые рождают плазмоциты по указаниям их ДНК, — это отборная гвардия, обороняющая наши внутренние рубежи. Когда дан приказ, то все они устремляются по тревоге навстречу аллергенам.

Сразу начинается война. Аллергены надо обезвредить и разрушить. Не подумайте, что антитела этакая безликая масса. Напротив, это хорошо обученные воины разных родов войск. Одни из них — лизирующие антитела — растворяют аллергены. Другие связывают аллергены, образуют особые, теперь уже безвредные соединения — преципитины (преципитирующие антитела). Третьи сгоняют аллергены в одну бесформенную кучу и мешают им действовать — агглютинирующие антитела. Как видите, средства борьбы разнообразные, а цель одна — уничтожить врагов!

СТО ВОПРОСОВ

Сначала их было десять. Немецкий ученый Цанг сумел с десяти различных точек зрения определить аллергию. Десять граней обнаружил он в этом странном

явлении, но не смог выбрать ни одной, которая была бы достаточно исчерпывающей, чтобы можно отбросить остальные девять.

Представьте большую аудиторию. Идет съезд советских врачей. Они собрались со всех концов страны и хотят услышать все об аллергии. Председательствует на съезде высокий седой человек. Это академик Богомолец. Быстро бегают карандаши и ручки, все записывают вопросы академика. Вот уже сорок восьмой, сорок девятый вопрос... Академик сам спрашивает и сам же отвечает. Вопрос — ответ, и прибавляется что-то новое к учению об аллергии. Снова вопрос — и снова ответ. Врачи склонили головы, пишут. Семьдесят второй вопрос, и семьдесят второй ответ... Где-то в самом начале доклада прозвучала первая фраза об аллергии, загадочной болезни.

Снова вопрос, и снова ответ.

Академик Богомолец назвал сто признаков аллергии. Каждый из них принадлежит только ей, и никакой другой болезни, но ведь всех-то их сто!

С тех пор прошло три десятилетия. Вероятно, если провести подобный подсчет, аллергия теперь будет обладательницей трехсот или пятисот признаков, а может, и того больше. Учение об аллергии — это строящееся здание с окнами, лестницами и подъездами, но никто не знает, когда же наконец возведут крышу. А работать надо! Пока что идет усиленное накопление знаний об аллергии, но происходит это скорее вширь, чем в глубину. Проанализировать собранное по крупицам богатство, создать на его основе стройную теорию, расшифровать непонятные аллергические ребусы пока не по плечу ни одному исследователю.

Все книги, написанные со времен Гиппократа об аллергии, можно разделить на две части. Пожалуй, половина ученых, изучавших аллергию, считает, что она полезна для организма. Не удивляйтесь! Этот парадокс специально припасен на конец нашего рассказа. Многие врачи с мировым именем думают, что повышенная реактивность всякого живого организма — один из способов его защиты от вредных воздействий окружающего мира. В самом деле, говорят эти исследователи, ведь аллергены активируют кровь, нервы, клетки, соки, мобилизуют все его защитные силы. Сам факт «аллергического пожара» оценивается как в высшей степени важный сто-

рожевой сигнал. Ведь если бы аллергик не отекал каждый раз после того, как съест яйца или рыбу, то как же можно было бы узнать, что эти продукты определенно вредны для него?

Если бы не бурные реакции наших тканей при встрече с аллергенами, то, по-видимому, пагубная власть последних была бы поистине беспредельна. Взять хотя бы аллергию к пенициллину и другим антибиотикам. Что было бы, если бы их аллергены беспрепятственно отравляли человека, ничем не обнаруживая своего проникновения в кровь и органы? Но каждая новая доза вызывает сыпь на коже, приступы удушья, боли в костях и другую аллергическую реакцию на антибиотики. А это позволяет людям своевременно принимать меры, чтобы не случилось непоправимого.

Как же может быть полезной аллергия, возражают сторонники теории о ее несомненном вреде, если она разрушает организм? Иногда и убивает его. На это их противники отвечают: «На войне как на войне». Иными словами, потери и жертвы неизбежны. Ведь аллергены нападают, а клетки организма защищаются. Конечно, эти схватки наносят немалый ущерб и самому организму, но уж от этого никуда не уйдешь. Тем не менее аллергия полезна, так как позволяет своевременно узнать об истинных масштабах опасности.

Кто прав и кто не прав, сейчас рано решать. Поэтому многие ученые не поддерживают тех, кто считает аллергию вредной, и тех, кто признает ее полезной. Они говорят просто: «Мы не знаем».

Читатели, наверное, уже почувствовали, что наш рассказ об аллергии прозвучал с заметным акцентом: чтобы произвести более сильное впечатление и подчеркнуть важность этой малоизвестной неспециалистам проблемы, краски были несколько сгущены. К счастью, лишь немногие люди страдают аллергией тяжело и мучительно.

Способность к аллергии — привилегия (или проклятие!) немногих. В животном царстве ею наделены человек и вся обширная семья млекопитающих. Животные, стоящие на более низкой ступени эволюции, у которых понижен обмен веществ и нет совершенной нервной регуляции, остаются безучастными к воздействию аллергенов. «Немая» рыба с ее холодной кровью не испытывает неприятностей при встрече с ними. Змее тоже «все рав-

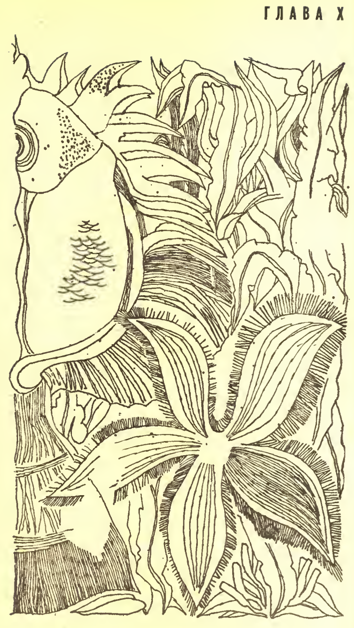
но», сколько их вокруг, она не способна ни к аллергическому отеку, ни к повышению температуры. Но представьте, громадная ящерица варан неожиданно выделяется среди собратьев-пресмыкающихся редким свойством испытывать аллергию! Почему?

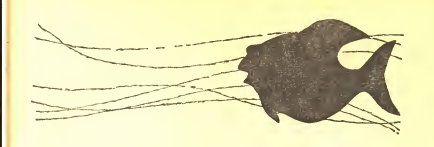
У варана сильные когтистые пальцы и мощные челюсти. Он драчлив и отважен. Жизненной энергии, по-видимому, у варана хоть отбавляй. Словом, он достаточно «темпераментен», и, может быть, поэтому аллергия сделала его своим избранником?

И это тоже (которая по счету?) одна из причуд и загадок аллергии.

ГЛАВА X

Вечная слава воде!





ЦАРИЦА-ВОДИЦА

Когда мы учимся говорить, первое наше слово «мама», когда, познавая науку, знакомимся с химией, первое, что мы слышим: «аш-два-о». H_2O — научное имя воды.

На гербе водяного царства можно написать девиз: «Cedo nulli», что по-латыни значит: «Никому не уступлю». Смысл девиза — великая роль воды в жизни Земли. Ни на одной планете нет столько воды, как на Земле.

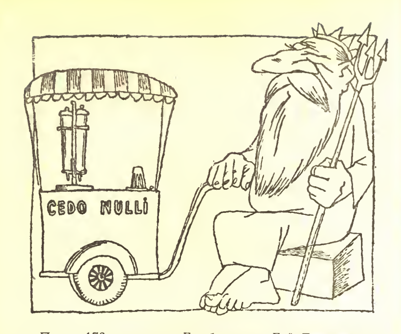
Вода повсюду. Она и вокруг нас: в океанах и морях, реках и озерах, в дожде и снеге, в льдинах и водопроводных трубах, в питье и еде. Она и в нас самих: мы на две трети «сделаны» из воды.

Вода вылепила лицо нашей планеты. Вся земная жизнь рождена водой и не может без нее существовать. Мы дети воды. Недаром в сказках «живая вода» воскрешает даже мертвых.

Мы так привыкли к воде, что ее странности не удивляют нас.

Что же такое вода?

Сестра-тихоня сильнейшей взрывчатки — гремучего газа! И гремучий газ — разрушитель и созидающая жизнь вода состоят из водорода и кислорода. Но первый лишь простая смесь этих элементов. А в воде водород и кислород объединены в молекулы.



Почти 170 лет назад Гумбольдт и Гей-Люссак доказали, что два атома водорода и атом кислорода, соединяясь в молекулы, рождают воду.

Но какой водород и какой кислород? Ведь у водорода три изотопа — легкий, тяжелый и сверхтяжелый. И кислородов тоже три: у одного молекулярный вес — 16, у другого — 17, у третьего — 18.

Так вот, вода, оказывается, смесь сорока двух веществ — соединений трех разных водородов с тремя разными кислородами. В основном состоит она из воды легкой, но в ней всегда есть немного и тяжелой, и полутяжелой, и сверхтяжелой.

Вода — минерал *, минерал самый подлинный и самый удивительный. Ее, как и другие минералы, породила Земля на заре своей жизни, когда была раскалена как огонь. Сродняясь с расплавленными породами, вода застыла позднее в гранитах и базальтах. И поэтому из раскаленного гранита с шипением вырываются пары воды. А когда вулканы извергают из недр Земли

* Минерал — природное химическое соединение, образовавшееся в земной коре естественным путем.

расплавленные лавы, то немало с ними выбрасывают и воды — 40 миллионов тонн каждый год. Эта вода никогда прежде не была на поверхности: потому и называют ее ювенильной — молодой.

А «немолодой» воды, с давних пор «поселившейся» на поверхности Земли, очень много вокруг. Она то жидкая течет в реках и океанах, то паром стремится в облака, то льдами застывает в стужу. Вода — оборотень, единый в трех лицах.

АНОМАЛИИ, КОТОРЫЕ СПАСЛИ ЖИЗНЬ

Вода — поразительная жидкость: у нее есть аномалии!

Такая обычная, такая повседневная, домашняя! Мы привыкли к ней и не замечаем ее необыкновенных, удивительных, совершенно особенных свойств. Для воды будто законы не писаны: это своенравный аутсайдер в мире веществ. В природе и в опытах она ведет себя не совсем так, как другие вещества. Но благодаря ее капризам жизнь смогла развиться и существовать в воде.

Первая аномалия: воде положено по ее химической структуре и классу веществ, к которому она принадлежит, плавиться и кипеть при температурах более низких, которых на Земле не бывает. Не было бы, значит, на Земле ни жидкой, ни твердой воды — только пар, если бы не эта аномалия, рожденная особыми связями молекул воды.

Вторая аномалия: высокая теплоемкость. У воды она в десять раз больше, чем у железа. Вода нагревается впятеро медленнее песка. Чтобы нагреть на один градус литр воды, тепла потребуется в 3300 раз больше, чем для нагрева литра воздуха. Зато, когда вода остывает, она отдает столько же тепла, сколько забрала нагреваясь.

Из-за исключительной способности воды поглощать тепло температура ее при нагревании и охлаждении изменяется незначительно, поэтому морским обитателям никогда не угрожают ни сильный перегрев, ни чрезмерное охлаждение.

Аномалия третья и четвертая тесно связаны с первой:

у воды очень высокая скрытая теплота испарения и скрытая теплота плавления. Чтобы выпарить воду из чайника, тепла потребуется в пять с половиной раз больше, чем для того, чтобы вскипятить его.

Если бы не это ее свойство — даже в жару медленно испаряться, — многие озера и реки летом быстро бы пересохли до дна и вся жизнь в них погибла.

Замерзая, вода тоже отдает много тепла. Один литр воды, превращаясь в лед, может подогреть (на один градус) 250 тысяч литров воздуха. Вот почему в холодные ночи зимой в теплицы ставят бочки с водой: замерзая, она выделяет тепло и согревает воздух.

Аномалия пятая: замерзая, вода (как висмут и серебро — другие оригиналы) расширяется. На 9 процентов по отношению к прежнему объему. Поэтому лед всегда легче незамерзшей воды и всплывает вверх, и поэтому редкий водоем промерзает до дна *. Покрывающий его сверху лед — хороший теплоизолятор: ведь теплопроводность льда, как и воды, очень мала. Под такой «шубой», говорил известный наш океанолог профессор В. Г. Богоров, даже зимой в Арктике морским животным не очень холодно.

Правда, это расширение льда может оказаться роковым для водопровода, автомобильного радиатора и живых клеток, которые всегда наполнены водой. Но все-таки пользы от него больше, чем вреда. Укутывая зимой ледяной шубой воду, природа сохраняет ее и теплой и жидкой. Не дает затвердеть. Ведь твердая вода для жизни не пригодна.

Шестая аномалия самая странная.

Все вещества, когда нагревают их, расширяются, а при охлаждении сжимаются. Истина эта всем известна. А один нерадивый школьник усвоил ее даже чересчур хорошо.

— Почему зимой дни короче? — спросил его учитель.

— Потому, — ответил ученик, — что зимой холодно, а все от холода сжимается.

Вода тоже сжимается от холода... Но... В этом «но» все дело. Сжимается, сжимается, пока температура падает, но при 4 градусах тепла наступает предел. Тут

* Шестигранные кристаллы природного льда связаны рыхло, и между ними много пустот. Оттого лед и легче воды.

она снова вдруг начинает расширяться, хотя температура и понижается. Поэтому вода самая плотная и тяжелая при 4 градусах тепла. И поэтому зимой, охладившись до 4 градусов, она опускается на дно и здесь сохраняется в течение всей зимы (в пресноводных водоемах, так как морские соли усложняют картину циркуляции воды). Охладившиеся еще больше слои воды ложатся поверх четырехградусных, ведь их плотность, а следовательно и вес, меньше. Вот почему зимой на дне пруда или реки сравнительно тепло.

Эта удивительная аномалия спасает жизнь всем пресноводным животным, зимующим в наших реках, прудах и озерах.

Седьмая аномалия: из всех жидкостей, кроме ртути, у воды самое большое поверхностное натяжение.

Что это такое? Некомпенсированные силы сцепления между молекулами. Внутри жидкости притяжение молекул друг к другу уравновешено. А на поверхности нет. Молекулы воды, которые лежат глубже, тянут вниз самые верхние молекулы (вверх их ничто так сильно не тянет, так как там нет воды, а только воздух).

Поэтому капля воды стремится затянуть себя в узелок. Стягивают ее силы поверхностного натяжения. Капля воды как бы упакована в свою поверхностную пленку, которая очень прочна.

Итак, поверхность воды всегда затянута тончайшей пленкой из молекул. Чтобы разорвать ее, нужна сила, и сила немалая. По этой пленке, как по паркету, бегают насекомые — вертячки и водомерки. За нее цепляются, повиснув вниз головой, личинки комаров, и даже улитки с массивными раковинами ползают по ней. Они тяжелее воды, но не проваливаются: пленка поддерживает их. Бегают по воде и не тонут даже ящерицы! И большие ящерицы — василиски (они живут в тропиках Америки).

Физики точно рассчитали, какую гирю надо подвесить к столбику воды толщиной в 3 сантиметра, чтобы разорвать его. Гиря потребуется огромная — больше 100 тонн!

Но это когда вода исключительно чистая. В природе такой воды нет *. Всегда в ней что-то растворено, пусть

* Даже капли дождя не чистые. Выпарив 30 килограммов дождевой воды, можно получить 1 грамм минеральных солей.

хоть немного. Чужеродные вещества разрывают звенья в прочной цепи молекул воды, и силы сцепления между ними сильно уменьшаются. Но в лабораториях ученым удалось получить почти чистую воду, и разорвать ее было так же трудно, как сталь самого лучшего сорта.

Могучие силы сцепления между молекулами поднимают воду вверх по тонким трубкам и щелям, хотя земное тяготение, противоборствуя им, тянет ее вниз. Чем тоньше трубка, тем выше поднимается по ней вода.

Силы поверхностного натяжения тянут вверх воду из глубин почвы, питая растения солями и влагой. Увлекаемая ими (и силами осмоса), течет она по корням и стеблям самих растений и наполняет кровью наши капилляры.

Аномалия восьмая и последняя, о которой я расскажу. Вода — лучший в мире растворитель. «Могучий растворитель», — говорят химики. Она растворяет очень многие вещества, но сама остается инертной, не изменяется от многих веществ, которые растворяет.

Благодаря этому качеству вода смогла стать носителем жизни. Растворы всех веществ, циркулирующие в нашем теле, приготовлены на воде. Они мало изменяются в таком растворе, и сам растворитель — вода — может быть использован неоднократно.

«Воде, — сказал великий Леонардо, — была дана волшебная власть стать соком жизни на Земле».

ПОЛУЖИДКАЯ КОНСТРУКЦИЯ НА ВОДЕ

Говорят, что, если высушить медузу, от нее останется крохотный комочек, который будет весить в тысячу раз меньше живой медузы (по другим данным, в медузе воды значительно меньше — всего 96,8 процента).

А что останется от человека, если высушить его? Двадцать килограммов праха, или, как сказали бы теперь, сухого вещества. Мы не медузы, но тоже, как видите, основательно налиты водой: больше чем на две трети отпущенного нам природой материала. Во взрослом человеке, который весит, скажем, 70 килограммов, 50 килограммов воды.

Но когда человек впервые приходит в этот мир, в нем воды еще больше: у трехдневного зародыша — 97, у трехмесячного — 91, у восьмимесячного — 81 процент.

Интересно, где в нас воды всего больше. Оказывается, кроме слюны (99,5 процента), в мозгу — 85 *. В костях воды совсем мало — 20—30 процентов. В мускулах вдвое больше — 77. В легких и почках — 80. «Таким образом, — говорит Раймонд Фюрон, — живое существо целиком «обводнено» **.

«Обводнено» и снаружи и изнутри. Снаружи: в морях и океанах, в реках и прудах, в дождях, туманах, льдах, в болотах, в сырости... А внутри, в клетках, — 50 процентов всей нашей «телесной» воды, между клетками — 45 и в крови — 5 процентов.

Каждый день взрослому человеку «как пить дать» нужно 2 литра воды, и не меньше. Иначе все в нем пойдет не так. Два литра получить снаружи: выпить или «съесть» с пищей (в огурцах, скажем, в мясе и пр.). Но вообще-то, чтобы организм человека исправно работал, воды ему требуется минимум впятеро больше — 9—10 литров.

И эти 10 литров каждые сутки регулярно поступают в наш кишечник: 2 литра, мы уже знаем, человек выпивает, полтора глотает со слюной, полтора дает желудок в виде желудочного сока и 0,7 литра поджелудочная железа, 3 литра кишечных соков и, наконец, пол-литра желчи.

Где же берут наши ткани столько воды?

Сами ее создают. Это так называемая эндогенная, внутрирожденная, вода.

Эндогенная вода постоянно рождается и «выпивается» в тканях нашего организма; и когда мы дышим, добывая энергию из проглоченной пищи, и когда строим себя из чужеродных белков, и когда разрушаем свои больные или ненужные ткани, и когда худеем, и когда полнеем. Словом, всегда.

И не только, конечно, «мы»: по-видимому, все живот-

---

* Чем энергичнее работает орган, тем больше в нем воды. Поэтому в зубах и костях воды почти втрое меньше, чем в мозгу.

** В растениях тоже воды очень много: в огурцах и салате — 95 процентов, в грибах, капусте, помидорах, моркови — 90, в грушах и яблоках — 85, в картошке — 80 процентов. Споры бактерий, пожалуй, единственные из живых организмов, в которых всего 15 процентов воды. Может быть, только в протоптерусе — африканской двоякодышащей рыбе — воды остается не больше, когда она в засуху впадает в спячку, зарывшись в ил, и теряет к концу спячки девять десятых своего веса.

ные и все растения живут главным образом «на воде», которую сами в себе создают.

Советский биохимик Б. Б. Вартапетян, экспериментируя с куколками тутового шелкопряда, доказал, например, что в бабочках, развившихся из этих куколок, вся вода — «или большая часть ее» — эндогенная. Это значит, что бабочки не выпили ее и не всосали с нектаром: получилась она из питательных веществ куколки, которые запасла еще гусеница.

Этот же исследователь, работая над докторской диссертацией, пришел к выводу, что у кактусов, которые растут в безводной пустыне, уже к концу второго-третьего месяца засухи нет «и следов той воды, которая первоначально поступила в растение через корни». Вся вода, наполняющая в изобилии их сочные ткани, эндогенная, ими самими сотворенная из воздуха (вернее, из кислорода воздуха) и водорода запасенных впрок веществ *.

Так жизнь, рожденная водой и в воде, сама постоянно созидает колыбель свою — воду.

Куда идет эта вода?

Много новорожденной воды тут же, в тканях, разрушается — из ее элементов строятся другие вещества. Мы черпаем энергию для жизни, окисляя в митохондриях переваренную пищу кислородом, полученным... из воды. С точки зрения клеточной энергетики это выгоднее, чем «сжигать» питательные вещества кислородом, поступившим в организм из атмосферы. Много воды циркулирует в растворах — в клетках, меж клетками, в крови. Ведь весь организм наш — полужидкая конструкция, построенная на воде, вернее, на водных растворах, простых и коллоидных.

Много воды уходит на переваривание пищи (около 10 литров, как мы знаем), на приготовление «соков» разных желез, на потение, главная цель которого — охлаждение перегретой живой «машины» (до полутора литров в сутки даже в тени и в умеренном климате). Вода нужна и для дыхания: ее пары, более или менее конденсированные, облегчают поглощение кровью кислорода и удаление из нее углекислого газа. Когда мы

* В кактусе много клеток, наполненных только водой, и ничем больше. Во время дождей он запасает в них столько воды (до 3 тонн), что потом, в засуху, может потерять 90 процентов содержащейся в нем влаги и не погибнуть.

дышим легкими, то изгоняем из себя каждые сутки 300—400 граммов воды. А кожа, когда дышит, расходует даже вдвое больше воды. Наконец, канализационная система нашего тела, по которой выбрасывается из организма весь «шлак» обмена веществ, тоже для своего нормального функционирования требует немало воды.

Итак, без воды жизнь на Земле невозможна. Невозможна по многим причинам. И прежде всего потому, что без воды не было бы на Земле кислорода. Ведь до того, как появились на нашей планете растения, в ее атмосфере не было кислорода, об этом уже говорилось. Улавливая с помощью зеленого хлорофилла энергию солнечных лучей, растения из углекислого газа и воды изготавливают в своих листьях сахар — глюкозу. И при этом у них остается много лишнего кислорода, который они выпускают в воздух. А берут его из воды!

Ежегодно растения всего мира, чтобы жить и расти, «выпивают» 650 триллионов тонн воды. За 2 миллиона лет они полностью иссушили бы все моря и океаны, если бы круговорот воды в природе постоянно не наполнял их.

Значит, все живое на Земле ежегодно, так сказать, перекачивает через себя сотни триллионов тонн воды. Почти каждый миллион лет жизнь буквально процеживает через себя все океаны, моря и реки — всю воду, которая только есть на поверхности Земли.

Этот великий круговорот воды (через жизнь и неживые стихии) я бы назвал большим кругом водоворота природы. О «малом» круговороте знает каждый школьник: текучие воды — океаны и моря — испарение — атмосфера — дождь, снег — текучие воды.

Но ведь не всюду на Земле, где есть жизнь, есть и вода. Чтобы воду добыть и с минимальными издержками пустить в оборот, природа и эволюция изобрели немало хитроумных способов.

КАК ВЕРБЛЮД В ПУСТЫНЕ ЭКОНОМИТ ВОДУ

Вообще-то говоря, добыть воду даже в пустыне нетрудно: было бы что есть. Ведь съеденная и переваренная пища с кровью попадает в клетки разных тканей. Там, в митохондриях она «сгорает» без пламени, окис-

ляется и выдает малыми порциями необходимую для жизни энергию. Мы знаем, что в финале всех жизненных процессов, которые начинаются с пищеварения и кончаются окислением переваренных продуктов кислородом (полученным из воды, а не из легких), в клетках тела от съеденных белков, жиров и углеводов остаются только углекислый газ и вода *. В состав этой эндогенной воды входит уже и кислород, который мы вдыхаем легкими.

Если бы удалось свести потери эндогенной воды до минимума, то животные (и растения) могли бы долго жить и ничего не пить. Хватило бы воды, полученной из пищи.

Есть много путей — много разных способов, которые помогают сократить «утечку» воды из организма.

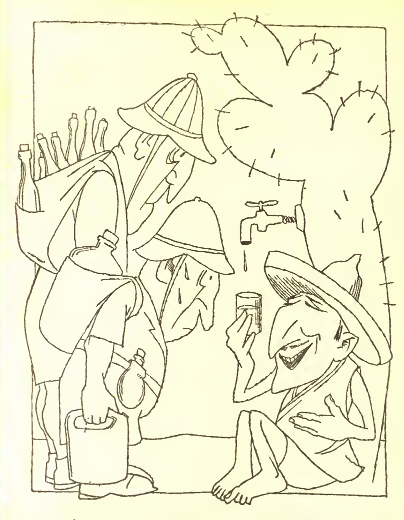
Прежде всего животное должно избегать перегрева — тогда сократятся и потери на «орошение» разгоряченного тела.

У рептилий и насекомых нет потовых желез. Это живые «машины», так сказать, с воздушным, а не водяным охлаждением. Температура их тела повышается, когда разогревается окружающий воздух. Они привыкли к этому — такова уж их природная конструкция! — и не тратят драгоценную воду на охлаждение горячего тела. Больше того: насекомые способны даже «впитывать» в себя влагу из воздуха: как полагают, через мельчайшие трубочки дыхательных трахей, пронизывающих их хитиновый панцирь.

У мелких млекопитающих, мышей например, тоже нет потовых желез, но уже по другой причине **. Иметь потовые железы для них — непростительная роскошь. Ведь чем меньше животное, тем больше у него относительная поверхность тела, тем больше, следовательно, попадает на него тепловых лучей и тем сильнее его тело разогревается теплом, полученным извне. Чтобы осту-

* Больше всего эндогенной воды дает полностью окисленный жир: 1,071 грамма воды из 1 грамма жира. Крахмал и сахар вдвое меньше: лишь 0,556 грамма. А из 1 грамма белка, сжигая его в митохондриях, можно добыть лишь 0,396 грамма воды.

** Раньше думали, что и у собак тоже нет потовых желез. Теперь установлено, что потовые железы у собак есть. Но мозг их не контролирует. Они предохраняют кожу от местного перегрева и поэтому функционируют в основном, только когда такой локальный перегрев угрожает их коже. Собака охлаждает себя, главным образом испаряя воду через открытую пасть и высунутый язык.



дить себя в жару, мелкие животные (например, грызуны весом в 100 граммов) должны изливать на него слишком много воды: приблизительно 15 граммов (то есть 15 процентов веса своего тела) каждый час.

Это в двадцать раз больше (относительно, конечно), чем требуется для самоохлаждения, например, верблюду, и вдесятеро больше, чем человеку.

Имеются в виду, конечно, потери воды с потом при

жаркой погоде в жарком климате. Например, в Сахаре. Здесь даже привыкший к зною человек теряет от восхода до заката больше 12 литров воды: по литру в час. (Выпивая притом не больше литра в сутки. Значит, с потом он теряет в основном эндогенную воду.)

Но и это не рекорд: в одном эксперименте человек, работая в жарко натопленной и влажной комнате, «орошал» себя 4 литрами пота каждый час!

Система охлаждения потовых желез настолько совершенна, что, остужая наш организм, она забирает у него вдесятеро больше тепла, чем могут дать все наши внутренние ТЭЦ — метаболические процессы, разогревающие тело. Человек, если его потовые железы работают исправно, может без вреда для себя переносить очень большую жару.

Доктор Блэгден, секретарь Британского королевского общества, однажды с друзьями и собакой просидел 45 минут в помещении, воздух в котором был разогрет до 126 градусов. За это время в кастрюле с водой, которую они взяли с собой, сварилось мясо! Но люди и собака не испеклись и не сварились: вышли невредимыми.

Верблюд весит раз в семь больше человека и, рассуждая теоретически (так показывают расчеты), должен бы тратить в жару, охлаждая себя, вдвое меньше воды, чем человек. Но расходует ее еще более скупо. Верблюд вообще почти не потеет. Воду, и эндогенную и выпитую, он тратит очень экономно. И в этой экономии — секрет его успехов, его сказочного умения пересекать раскаленные пустыни из конца в конец, нигде в пути (даже пройдя тысячу километров) не выпив ни глотка.

И это не легенды: действительно, верблюды совершают такие переходы. Один из подвигов «кораблей пустыни» хорошо документирован.

Зимой 1954/55 года известный зоолог, ботаник, геолог и археолог профессор Монод из Дакара за 21 день пересек с друзьями на верблюдах совершенно безводные области Сахары. Исследователи за три недели прошли 944 километра. В пути верблюдов ни разу не поили! (Правда, они ели разные растения: ведь была зима, и местами среди песков попадались зеленеющие травы.)

Рассказывают также, что хороший аравийский верблюд может пробежать от Мекки до Медины (380 километров) от заката до заката, то есть за сутки. А дорога лежит через пустыню под палящим солнцем, вокруг ни

речки, ни прохлады. Песок и открытые жарким ветрам пространства. Удивительные способности верблюда терпеливо переносить и жажду, и жару, и суховеи, есть жалкие колючки вместо пищи всегда поражали людей. Много было сочинено о нем всяких легенд. Но только совсем недавно точными наблюдениями и экспериментами открыты, наконец, причины небывалой «засухоустойчивости» верблюда.

Действительно, две недели верблюд может ничего не пить — старые писатели не преувеличивали. Зато потом, когда доберется до воды, выпьет целую бочку! Если он не пил три дня, то выпьет сразу литров сорок. А если не видел воды неделю, то может за несколько минут осушить столитровый бак. Один небольшой верблюд, за которым наблюдали исследователи, выпил зараз 104 литра воды (а сам весил всего 235 килограммов!). Но рекорд принадлежит не ему — другому верблюду. Тот сначала выпил 94 литра, а потом, попозже, 92 литра: 186 литров воды за несколько часов.

Поэтому раньше и думали (так писал, например, Плиний), будто в желудке у верблюда есть карманы для воды. Когда он пьет, то наполняет их, словно цистерны. Вода долго хранится в желудке и расходуется по мере надобности.

Но оказалось, что верблюд устроен совсем не просто. У него не одно, а много удивительных приспособлений, помогающих долго обходиться без воды. В желудке у верблюда и в самом деле нашли литров пятнадцать-двадцать какой-то зеленоватой жидкости. Но это не чистая вода, и не ей он обязан своей исключительной способностью не пить по неделям.

Вот что главное: верблюд очень экономно расходует воду. Он почти не потеет даже в сорокаградусную жару. Его тело покрыто густой и плотной шерстью — шерсть спасает от перегрева (на спине верблюда в знойный полдень она нагрета до 80 градусов, а кожа под ней — всего лишь до 40!). Шерсть препятствует испарению влаги из организма (у стриженого верблюда потоотделение на 50 процентов больше, чем у нестриженого). Верблюд никогда, даже в самый сильный зной, не раскрывает рта: ведь через рот, если его открыть пошире, испаряется слишком много воды. Поэтому собаки, когда им жарко, открывают пасть и дышат часто-часто, охлаждая себя.

А верблюд, чтобы с воздухом уходило из организма поменьше воды, напротив, дышит очень редко — всего 8 раз в минуту. И только в самый жаркий полдень ему приходится дышать чаще — 16 раз в минуту. Но это так немного! Бык в жару, например, дышит 250, а собака даже 300—400 раз в минуту.

Хотя верблюд и теплокровное животное, но температура его тела колеблется в широких пределах: ночью она опускается до 34 градусов, а днем, в полуденный зной, повышается до 40—41 градуса. Точнее, до 40,7.

Это у верблюда, который давно не пил и, так сказать, бережет воду. Верблюд, который пил днем, менее экономен: позволяет себе потеть, и поэтому температура его тела изменяется с утра до вечера лишь в пределах от 36 до 39 градусов. Насколько это помогает экономить воду, показывает такой расчет: чтобы снизить температуру тела на 6 градусов, верблюду нужно было бы «изъять» из себя 2500 больших калорий тепла. На это потребовалось бы 5 литров пота. А верблюд не потеет, спокойно себе разогревается до 40 градусов (без всякого вреда — так уж он приспособлен) и на этом экономит 5 литров драгоценной воды. А потом, когда ночь приносит прохладу, он отдает окружающему пространству сбереженное тепло, остывая снова до 34 градусов.

Впрочем, есть у верблюда приспособления и для сохранения воды впрок, но тоже очень хитроумные: он консервирует воду, запасая жир. Ведь из жира, когда он «сгорает» в организме, получается много воды — 107 граммов из 100 граммов жира. Из своих горбов верблюд может извлечь при необходимости до полуцентнера воды!

Но уж если верблюд долго не пил, много потерял воды и организм его сильно, как говорят, обезвожен, то кровь его все равно остается жидкой и циркулирует по артериям и венам нормально. У других «обезвоженных» животных и у человека, который не пил много дней, кровь густеет пропорционально утечке воды из организма.

Верблюд без вреда переносит вдвое большие потери воды, чем другие звери и чем человек: до 30 процентов своего веса!

Редко кто даже из низших животных на это способен. Высушивая дождевого червя, можно, правда, «изъять» из него 43 процента воды (то есть он потеряет в

весе 43 процента). Но тогда червь неподвижен, жизнь в нем замерла: он твердый, ломкий. Смачивая водой, его можно «оживить». Но если обезвоженный червь будет весить вдвое меньше, чем до высушивания, его уже никакой водой не воскресишь: он замрет и затвердеет навсегда.

А верблюд, теряя вместе с водой почти треть своего веса, не замирает и не становится «ломким», а неделями бродит по раскаленной пустыне с тяжелым грузом на спине.

Разве это не чудо!

У ЖАЖДЫ ВКУС СМЕРТИ!

Если верблюд — чудо природы, то это чудо не самое большое. По земле прыгают животные, у которых чудесный дар природы — экономно расходовать воду — еще более совершенен. Все «засухоустойчивые» качества верблюда, о которых только что было рассказано, есть у американских «тушканчиков», или кенгуровых крыс. Но у них есть нечто, чего нет даже у верблюда.

Кенгуровых крыс физиологи исследовали детально. Вывод был сделан поразительный: они никогда не пьют! Даже если кругом много воды.

Живут кенгуровые крысы в пустыне Аризона и грызут семена и сухие травы. Сочные зеленые растения они едят очень мало. Значит, почти вся вода, которая циркулирует в их теле, эндогенная. Получают они ее, окисляя в клетках переваренные зерна. Опыты показали, что из 100 граммов перловой крупы, которой экспериментаторы кормили кенгуровых крыс, те получали, переварив и окислив ее, 54 грамма воды! Вполне достаточно для крошечного грызуна, который расходует воду еще экономнее, чем верблюд.

Итак, кенгуровая крыса никогда не пьет: воду добывает из пищи. Интересно поэтому, задают себе вопрос некоторые исследователи, знает ли она, что такое жажда? Может быть, и не знает, потому что чувство голода и чувство жажды слились у нее воедино.

Мы никогда не сможем, что называется, побывать в ее шкуре и понять, что чувствует этот грызун, когда съел мало зерен. Зато по себе знаем, как мучительна жажда для тех, кто ее испытывает.

Самое древнее описание этих мук пришло к нам из Древнего Египта. Почти 4 тысячи лет назад фараон Аменемхет I послал чиновника Синухе по каким-то фараонским делам на Суэцкий перешеек. Древний папирус сохранил память о страшных днях, которые Синухе и его люди провели в пустыне. Кончилась вода, и они много дней ничего не пили. «Мой язык, — писал несчастный, — прилип к небу. Мое горло пылало. Все тело молило: «Пить, пить!» И я познал вкус смерти».

Кажется, не один только гонец фараона решил, что у жажды вкус смерти. Писали так и другие. Нет чувства более мучительного, говорят все, кто испытал жажду.

Голодать человек может месяц и больше, но без воды не проживет и трех недель. Это проверено «на практике»: моряки с кораблей, проглоченных морем, болтаясь по волнам на шлюпках или обломках мачт, лишь пятнадцать мучительных суток могли кое-как держаться без воды. Потом их быстро забирала смерть. В 1821 году один известный француз решил покинуть этот мир способом весьма жестоким и оригинальным: он не пил семнадцать дней и на восемнадцатые сутки смерть пришла за ним.

Кто из нас не получал или не давал таких советов: «Прополощи рот водой, и ты не захочешь больше пить». Многим кажется, что пересохшее горло — причина жажды и, смочив его, можно жажду унять.

Можно. Но только на пять минут, потому что причины, которые пытаются устранить таким палиативом, лежат гораздо глубже рта. Чувство жажды — это «вкус» не смерти, а осмоса. В тканях, в клетках нашего тела, и прежде всего в крови, с потерей воды повышается осмотическое давление, иными словами — «давление» солей. Их концентрация возрастает. Растворы жизни становятся слишком «крепкими», обмен веществ уже не идет нормально.

Контрольные пункты бьют тогда тревогу. Лишь только концентрация веществ крови повысится хотя бы на один-два процента, мониторы нашего мозга, которые следят за этим, уже приводят в действие сложную систему «противожаждных» мер. Прежде всего загустевшая на один процент кровь, притекая по капиллярам в мозг, выводит из равновесия нервные клетки маленького диспетчерского центра в гипоталамусе. Возбудившись, его нейроны шлют дальше гонцов тревоги (по-видимому,



какие-то гормоны). Они добегают с кровью до клеток горла. Тотчас некоторые из них, чувствительные к гормону жажды, по нервам передают сигналы в кору мозга, и мы чувствуем: нам хочется пить! Осознав это, кора отдает приказ всем органам, которые должны его выполнять: «Пейте воду!»

И они пьют, пока концентрация веществ в крови и

тканях вновь не станет нормальной. Но даже если она и станет нормальной, а контрольный пункт в гипоталамусе по-прежнему возбужден (мы раздражаем его током), любой зверь, с которым такой эксперимент проделают ученые, будет пить и пить сверх меры, сверх нормы и во вред себе.

А неутолимая жажда требует еще и еще воды. И кора, введенная в заблуждение ложными сигналами гипоталамуса, заставляет зверя пить совсем уже ненужную ему воду. (Вспомните злосчастную козу и 16 литров воды, которые она выпила, повинуясь терроризированному электродами гипоталамусу.)

СТРАНЫ ЖАЖДУТ

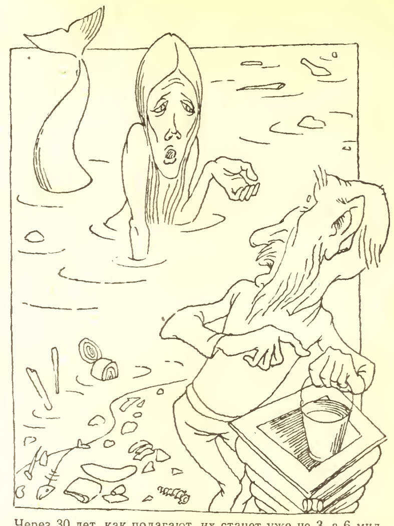
«В нашем мире не хватает воды, и он обречен на голод», — говорит Раймонд Фюрон, известный французский ученый.

Еще четверть века назад, наверное, никто всерьез не поверил бы, что жажду испытывать могут не только люди, животные или растения, но и... промышленность, города и страны. А теперь индустриальная жажда — одна из главных проблем, которую человечеству предстоит решить в первую очередь. В ближайшие же годы, немедленно. Потому что планете нашей грозит жажда.

Возможно ли такое? Ведь кругом полным-полно воды! Так много на Земле воды, что и подсчитать трудно: цифры получаются астрономические. Полтора миллиарда кубических километров воды на поверхности земного шара. И весит она 1 370 323 000 000 000 000 тонн! Одного лишь льда на Земле 25 миллионов кубических километров.

Но беда в том, что почти вся эта вода соленая, морская. Пресной воды на Земле только 2 процента, иначе говоря — лишь 30 миллионов кубических километров. И почти вся она... замерзшая, обращена в лед на вершинах гор, в Арктике и в Антарктиде. Свободной, так сказать, воды, которая «вертится» в постоянном круговороте, переходя из рек и морей в облака и падая дождем и снегом на землю, совсем немного — всего лишь 500 тысяч кубических километров.

А разве этого мало? Мало. Скоро будет мало. Ведь людей на Земле с каждым годом все больше и больше.



Через 30 лет, как полагают, их станет уже не 3, а 6 миллиардов.

Мало, потому что растут и промышленное производство, и его потребности в воде. Все больше воды требуют поля и сады. В древности люди обходились двумя ведрами воды в день. В средние века тоже. В прошлом столетии в странах с развитой промышленностью им едва хватало уже и 50 литров. А теперь в США, напри-

мер, на каждого человека ежедневно уходит более 4 тысяч литров пресной воды! Каждый год каждый американец 750 литров выпивает, 56 тысяч тратит на стирку, мытье посуды, отопление домов, 600 тысяч (в год на душу населения) забирает промышленность и 870 тысяч литров — поля и сады. Страна «выпивает» за год седьмую часть всех своих рек и ручьев. А через 30 лет, когда население Соединенных Штатов возрастет, как полагают, до 360 миллионов, их инженеры, чтобы утолить жажду индустрии и сельского хозяйства, должны будут пустить в водопроводные трубы треть текучих вод своей страны.

К началу второго века третьего тысячелетия нашей эры земной шар, по-видимому, будут топтать 20 миллиардов человек, а их потребности в воде возрастут, по крайней мере, до тысячи литров на человека в день (в среднем по всей Земле). И тогда пресная вода будет дороже золота.

Дело еще в том, что она по Земле распределена очень неравномерно: местами ее много, например в тропических лесах, местами совсем почти нет (в пустынях и сухих степях).

Но и там, где пресной воды много, мы не можем ее всю целиком использовать для своих нужд. Не можем льды Гренландии и Антарктиды перевезти в пустыни. Нельзя из реки выкачать всю воду — река пересохнет. Нельзя, добывая воду из-под земли, иссушить полностью водоносные пласты. Особенно если они так называемые ископаемые, захороненные в земле древние озера и моря, запасы которых не возобновляются. Когда-то они были на поверхности, но потом вулканы и пылевые бури засыпали их.

Давным-давно случилось такое в Мексике. Лава, изверженная вулканом Попокатепетль, запрудила здесь широкую долину, и превратилась она в озеро. А потом и озеро забросал вулкан пеплом. Пески засыпали пепел, и озеро было навеки погребено под землей. Через миллион лет люди, ничего не подозревая, построили прямо над озером большой город Мехико — столицу Мексики. Оттого Мехико и опускается сейчас в землю по 30 сантиметров в год. И опустился уже местами на 10 метров. Оказывается, жители города очень неразумно выкачивают воду из-под земли, там образуются пустоты, и грунт под городом оседает.

СЛЕДАМИ «ЗАГРЯЗНЕНИЯ» ОТМЕЧЕН ПУТЬ ЧЕЛОВЕКА...

В больших городах с населением 5—10 миллионов потребление воды очень велико: до тысячи и больше литров в день на человека. Города растут, растут и проблемы водоснабжения. Уже сейчас на земном шаре 10 процентов населения живет в городах, и во многих городах уже сейчас не хватает воды *.

Но и та вода, которая есть, уже очень загрязнена. Много сил приходится тратить на ее очистку (Соединенные Штаты, например, ежегодно расходуют на это 600 миллионов долларов).

Сточные воды, отходы промышленности, нефть и мазут сливают сейчас в реки, и в их мутных водах скоро нельзя будет ни купаться, ни рыбу ловить, ни пить эту воду. До поры до времени природа успевала очищать реки от грязи, которую люди сливали в них. Ведь вода, этот чудо-минерал, сама себя умеет очищать. Но теперь природа не справляется с мутными реками стоков, которыми города наполняют реки планеты.

Еще лет триста назад вода в Темзе была такая прозрачная, что с мостов видно было дно и устилавшие его камни и водоросли. Члены английского парламента развлекались между заседаниями тем, что ловили в Темзе лососей. А сейчас водолаз на ее дне не видит своей руки.

«Загрязненность рек становится чрезмерной, и они уже не в состоянии самоочищаться. Всякая животная и растительная жизнь исчезает, и река превращаетя в сточную канаву под открытым небом — это мертвая река».

Страшные слова! И сказал их специалист — Рене Кола, директор Французского института промышленной санитарии.

Даже в морях вода теперь грязная. Каждые сутки все суда мира выливают в моря около 14 тысяч тонн мазута. А одна его тонна растекается тонкой пленкой по 12 квадратным километрам поверхности моря. Давно бы

---

* Но ее по-прежиему продолжают поставлять населению по цене ниже себестоимости, то есть расходов на водоснабжение. Интересно, сколько стоит вода в разных городах мира: в Москве мы платим, как известно, 30—40 копеек за человека в месяц. В Париже кубометр воды стоит 50 тысяч старых франков. В городах США в среднем 10 центов за тысячу литров.

уже океаны сплошь покрылись радужной «корочкой» (на это требуется всего семь лет!), если бы не микроорганизмы, которые разлагают нефть.

Но и они теперь едва справляются с этой задачей: 5 миллионов тонн — столько нефти каждый год выливают люди в океаны. И каждый год погибает от нее около 200 тысяч морских птиц. Ничего не подозревая, садятся утки на воду. Нефть склеивает их перья. Птицы умирают. Умирают и другие морские животные.

Загрязнение воды несет гибель всему живому в воде и на суше. Напрасны будут усилия по охране природы, если люди всех стран энергично и сознательно не поведут борьбу за чистоту воды.

МЫ БУДЕМ ПИТЬ МОРЕ

Лет триста-четыреста назад по дорогам Европы из села в село, из города в город бродили странные люди с жезлами. Крестьянам в селах, властям в городах предлагали они свои услуги. Подражая библейскому Моисею, который будто бы ударом жезла вышиб из скалы воду, они тыкали «волшебными» палочками в землю.

— Вот тут копайте. Здесь чую воду! — утверждал «заклинатель воды». Люди копали и иногда в самом деле находили подземный источник.

До сих пор еще нередко городские власти и компании на Западе, сооружая водопроводы и колодцы, консультируются с такими водоискателями, а не с геологами. В одних лишь США 25 тысяч «заклинателей воды». Говорят, в двадцати случаях из ста они указывают правильно. (Сами понимаете: если бы предсказывали они наоборот, то ошибались бы вчетверо реже!)

Разными способами пытались и пытаются люди добыть воду. Изобретательность их не знает предела.

Холодными камнями обкладывают виноградные лозы, чтобы собрать росу для поливки в засушливый день. Собирают росу и с листьев, искусно связав их, чтобы все капли стекали в одну чашу.

На одном из островов Зеленого мыса такой «водопровод» действует весьма эффективно. Здесь выпадает мало дождей, но часто бывает туман, капли которого обильной росой оседают на листьях местной лилии фуркройи. Земледельцы сажают в ряд по склону шестьде-

сят лилий. Листья их связаны так, что роса стекает с них в канавку, прорытую под стволами. За день все фуркройи собирают 200 литров воды. А когда туман особенно густой, то и 600.

Возможно, что водопровод древнего города Феодосии 2 тысячи лет назад питался тоже... росой. Ее собирали в горах на стенках каменных пирамид, специально сооруженных здесь, и по трубам перегоняли в город.

Но никакие хитроумные ухищрения такого рода не помогут теперь людям. Слишком много требуется сейчас воды, и слишком мало ее, пригодной для питья, промышленности и сельского хозяйства. Всего 20 миллионов кубических километров — этого хватит при современных потребностях лишь на 20 миллиардов человек. Вы помните: через 130 лет людей на Земле будет как раз 20 миллиардов. Позаботиться об их будущем пора уже сейчас.

Ученые, изучив все возможности, пришли к заключению, что есть только один неиссякаемый источник, из которого можно черпать пресную воду. Источник этот — океан.

В древнегреческом мифе богиня Афина и бог Посейдон однажды, соревнуясь, поспорили, кто преподнесет жителям Афин лучший дар. Посейдон ударил трезубцем о скалу, и из нее забил источник. Но увы, он был соленый. Люди отвергли его, предпочтя дар Афины — оливковое дерево.

Теперь мы должны принять Посейдонов дар, изгнать из него соли, опреснить и пустить по водопроводным трубам в города, в сады и на поля. Рыбу и золото, пурпур и жемчуг искали люди в море. Но дороже всех богатств океана, ценнее всех даров для людей будущего — его вода. Просто вода.

Ученые более чем ста стран работают с 1 января 1965 года по общей программе Международного гидрологического десятилетия. Они изучают все способы охраны, очистки и опреснения вод Земли. Их усилия помогут избежать людям грядущую жажду. Скоро, очень скоро «мы будем пить море!» — говорит Раймонд Фюрон.

Больше того, сказал бы я, мы будем... есть море. Потому что скоро наша суша не сможет не только напоить стремительно умножающие свои ряды человечество, а и вволю накормить его. Но ведь за пределами суши лежит перед нами океан возможностей...

ОКЕАН ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Сейчас рассказы модно начинать с прилета космических пришельцев. Отдадим и мы дань моде.

Итак, в один прекрасный день корабль «пришельцев из далеких миров» плюхнулся в океан. Это случилось вопреки предположениям фантастов и ожиданиям землян.

— Ошибка в расчетах, или вы хотели избежать взрыва при посадке? — первый вопрос, который задали марсианам землянские корреспонденты.

— Погрешность в расчетах незначительная, — ответили марсиане. — Посадка произведена в месте, предусмотренном программой полета. Мы ошиблись только в том, что разумные существа на планете, три четверти которой покрыты водой, теснятся почему-то на суше. Эти маленькие куски гранита, припорошенные песком, глиной и перегноем, плавающие в океане, мы даже не приняли во внимание. Более того, среди наших ученых давно уже идет спор о том, существуют ли они вообще или это оптический обман. Из космической дали нам казалось, что вся ваша планета покрыта водой.

Наши справочники ее так и называют — планета Океан. И это более логично, чем именоваться Землей. Кстати, как налажено ваше океанское хозяйство?..

Будем надеяться, что к тому времени, когда к нам прилетят космические пришельцы, никому из землян вопрос этот не покажется странным.

Пока же об океане мы знаем очень немного.

Правда, теперь люди решили, кажется, заняться им всерьез. Ведь океан поистине неистощимая кладовая. Пищевые ресурсы моря фантастически велики. Даже приблизительные подсчеты говорят, что в воде лишь одного Атлантического океана растворено органического вещества в 20 тысяч раз больше, чем содержит его мировой урожай пшеницы. Речь идет о растворенном органическом веществе — пищевой базе населяющих океан организмов. Количество же белка, жиров и углеводов, скрытых в самих организмах, подсчитать невероятно трудно. Лишь приблизительно можно попытаться представить себе это число. Большой знаток моря советский океанолог В. Г. Богоров писал, что под каждым квадратным метром поверхности моря плавает в сред-

нем 100 граммов планктона. Значит, всего в море планктона 36 миллиардов тонн.

Нектона — рыб, китов, кальмаров — приблизительно вдвое меньше: 18, а бентоса — 8 миллиардов тонн.

Всего в океанах и морях плавает, ползает и «парит» в волнах, по-видимому, не менее 60 миллиардов тонн пищи — в 100 тысяч раз больше, чем съедали в день солдаты всех воюющих стран во время второй мировой войны.

Это только запас, имеющийся в море в каждый данный момент. Но нужно учесть, что все животные размножаются и многие из них несколько раз в год выдают продукцию в виде своих юных отпрысков: меньшая ее часть идет на продолжение рода, а большая на общий, так сказать, стол — поедается другими животными. В общем же годовая продукция планктона — прирост биомассы — равна приблизительно 360 миллиардам тонн *.

Когда научатся собирать этот сверхобильный урожай, каждый человек на Земле сможет получать ежемесячно по 9 тонн витаминизированной пасты из микрокреветок. И даже если (допустим такое невероятие) население Земли возрастет к тому времени в тысячу раз, один планктон прокормит человечество.

Наилучшее представление о пищевых ресурсах моря дают ежегодные уловы рыбы, крабов, моллюсков и других животных.

Каждый год рыболовные суда разных стран добывали во всех морях и океанах мира около 50 миллионов тонн одной только рыбы. По содержанию белков этот улов равноценен мясу почти миллиарда коров! На всех фермах мира едва ли есть столько голов крупного рогатого скота.

Почти вся эта рыба поймана в северном полушарии.

Кроме рыбы, в море добывают ежегодно около 4 миллионов тонн съедобных беспозвоночных животных — крабов, устриц, моллюсков, голотурий и других «бесхребетных» тварей; 2 миллиона тонн китов и тюленей и более 600 тысяч тонн водорослей. Одних только каракатиц, кальмаров и осьминогов ловят ежегодно около

---

* Некоторые биологи называют еще более значительные цифры — годовая продукция всего живого в море, по их мнению, не меньше 1500 миллиардов тонн.

1 миллиона тонн — по 400 граммов на каждого человека на Земле.

Но и эти уловы мизерные в сравнении с теми, которых могут добиться люди, если улучшат организацию морских промыслов.

Ведь добывают пока в значительном количестве всего лишь несколько видов морских рыб, которых в океане обитает 16 тысяч.

Люди поразительно консервативны. Тысячи лет они ловили все одну и ту же рыбу и все в одних и тех же морях, у одних и тех же берегов. Лишь шестую часть поверхности океанов и морей бороздят сейчас рыболовные суда.

В океане живет более 100 видов моллюсков и 50 видов ракообразных, которые вполне съедобны и которых нетрудно ловить.

Однако люди ловят и едят только некоторых из них: крабов, креветок, омаров, устриц, мидий. Правда, в Корее, Японии и Китае едят еще и некоторых медуз, а во Франции и Полинезии — актиний. Едят на Востоке голотурий (это и есть знаменитый трепанг), морских ежей, некоторых червей, осьминогов, каракатиц.

ГИМН ВОДОРОСЛЯМ

Они и полезны и вкусны.

В Японии это хорошо знают. В руках искусных кулинаров водоросли превращаются в хлеб и печенье, в кексы и вафли, конфеты и пудинги. Приготовление мороженого и шоколада тоже не обходится без них. Даже грибы консервируют водорослями. Кладут в бочки слой грибов, потом слой смоченных морской водой водорослей матсумо, опять грибы, опять матсумо.

И уж конечно, водоросли едят и свежими: делают из них салаты и гарниры. Свежих водорослей японцы съедают каждый год лишь в тридцать пять раз меньше, чем риса.

Морские водоросли — обычное блюдо за обеденным столом в Корее, Китае, на Филиппинах, в Индонезии и... Ирландии. Да, ирландцы знают в них толк. Особенно любят здесь красную водоросль — порфиру. (И многих ее «любителей» правительство Ирландии искренне огор-

чило следующим постановлением: в связи с загрязнением океанских вод продуктами радиоактивного распада каждый ирландец имеет отныне право съесть в день не больше 30 граммов порфиры.)

Вкусы, конечно, у всех разные. Но все-таки каждому человеку полезно время от времени есть морские водоросли, чтобы снабдить свой организм веществами, которых нет или почти нет в обычной нашей пище. Ведь морские водоросли наделены чудесной способностью накапливать в своих тканях различные редкие, но необходимые для жизни металлы и вещества.

В бурых водорослях ламинариях, например, йода в 30 тысяч раз больше, чем в морской воде, меди — в 300 раз, а фосфора — в 500. Железа в водорослях не меньше, чем в молоке. Много в них и витаминов: А, Д, B_{12}, С.

Благодаря всему этому морские водоросли, съеденные человеком, укрепляют его здоровье, и он меньше болеет. А ламинарией (она же морская капуста) давно уже лечат болезни сердца.

Гимн водорослям можно «петь» еще долго.

Микроскопическая водоросль хлорелла размножается со сказочной быстротой: один килограмм хлореллы может за семнадцать дней воспроизвести 160 миллионов тонн биомассы, которая питательностью не уступает мясу и далеко превосходит пшеницу. В пшенице лишь 12 процентов белков, а в хлорелле — 50. Кроме всего прочего, хлорелла прославилась последние годы успешными полетами в космос, и ей предсказывают большое будущее в столовых межзвездных кораблей.

Из водорослей получают также агар-агар, без которого не могут обойтись кондитеры, фармацевты, микробиологи. Из водорослей добывают крахмал и альгинаты (вещества, закрепляющие краску), необходимые в текстильной промышленности.

Опыленные мукой из бурых водорослей, лучше и быстрее цветут, растут и плодоносят помидоры, перец, дыни и арбузы.

Водорослями и коров кормить можно. Концентраты, приготовленные из них, отлично заменяют овес. Они даже лучше овса: коровы, поев их, дают больше молока, а куры — лучше несутся.

И, зная все это, люди добывают только 600 тысяч тонн водорослей. Поразительная бесхозяйственность!

ПОРА ЛОВИТЬ РЫБУ ПО-ЧЕЛОВЕЧЕСКИ!

Надо полагать, что человек скоро будет более разумно вести свое океанское хозяйство.

Но прежде чем энергично взяться за него, ему придется кое о чем крепко подумать. Еще совсем недавно говорили и писали, что пищевые ресурсы океана неисчерпаемы, что морским животным, рыбам и растениям, населяющим его, нет числа: «их тьмы и тьмы».

Но вот в июне 1966 года в Москве собрался II Международный океанографический конгресс, и на нем выступил известный знаток моря, член-корреспондент Академии наук СССР В. Г. Богоров.

По-видимому, сказал он, водорослей во всех морях и океанах всего лишь около 1,7 миллиарда тонн. Животных побольше — 32,5 миллиарда тонн. Из них рыб, китов, тюленей, дельфинов — всего 1 миллиард тонн *.

Это не так уж много, если учесть, что к 2000 году, чтобы удовлетворить потребность человечества в белке, улов рыбы надо удвоить — довести его до 100 миллионов тонн.

К сожалению, у людей есть уже печальный опыт бессмысленного и быстрого опустошения природных ресурсов. Чтобы этого не случилось и на море, нужно уже сейчас подумать не только о том, как быстрее и выгоднее извлечь из океана его богатства, но и как возместить ему убытки. Мы должны принять дары моря как люди, достойные своего века.

Прежде всего следует, наконец, научиться «по-человечески» ловить рыбу.

С незапамятных времен, когда был еще полуобезьяной, ловит ее человек. Но, так сказать, культура рыболовства с этих «памятных» времен шагнула вперед ненамного. До сих пор еще, промышляя в море, человек, как и его доисторический предок, занимается, по существу, собирательством. В земледелии и скотоводстве, почти столь же древних, как рыбная ловля, первобытные методы давно изжиты. Здесь люди кое-чего достигли. Они изучают почвы, удобряют их, выводят более

* Раньше думали, что биомасса всей морской живности равна примерно 60 миллиардам тонн.



продуктивные сорта сельскохозяйственных растений и новые породы домашнего скота.

Океан щедр. Тысячелетиями кормит он нас рыбой. Из года в год растет ее добыча — это правда. Два миллиона тонн рыбы поймали в 1850 году, а в 1963 — уже 46 миллионов. Но знаете за счет чего? Почти исключительно за счет экстенсификации морского промысла. Стало больше траулеров, придумали ловить рыбу на свет, оснастили суда новой техникой. Рыбу «собирают» теперь в море не руками и вершами, а гигантскими сетями, в которые впряжены сотни лошадиных сил. Но это, пожалуй, и все.

Почти всю рыбу, даже и таким «дедовским» способом, добывают сейчас только (помните?) на одной шестой части земных морей и на глубинах до 200 метров. И ассортимент «собираемых» рыб совсем невелик. Сельдь, сардины, треска, камбала, лососевые рыбы — им всегда отдавалось предпочтение. Потом карповые и тунцовые породы. И лишь совсем недавно стали добывать более глубинных рыб, макрурусов например.

Ну а остальные тысячи(!) видов вполне съедобных

рыб? Не ловят их. Виноваты тут определенные экономические условия, но и традиции тоже. Почти все суда в Северной Атлантике, например, охотятся только за пикшей и треской, сельдью, камбалой и сардинами. Аргентинские же рыбаки на другой стороне океана, напротив, не считают сардины стоящей рыбой и не ловят их, хотя большие косяки сардин каждый год подходят к берегам Патагонии. В Индийском океане тоже не промышляют сардин, которых здесь множество, а у берегов Западной Африки — тунцов и сельдей (правда, недавно, кажется, тунцов здесь стали ловить).

Чтобы от дикой охоты за рыбой с ее «везением» и «невезением», случайным нападением на косяки перейти к «оседлому» рыбному хозяйству, человеку надо сделать многое.

Впрочем, кое-что уже сделано.

Советские ученые, например, перед войной переселили червя нереиса и ракушку синдесмию в Каспийское море. Всего несколько килограммов. В подарок осетрам и севрюгам. А в 1945 году оказалось, что эти несколько килограммов превратились в сотни тысяч тонн отличного рыбьего корма.

Можно и самих рыб расселять. Новозеландцы привезли с Аляски в свои прибрежные воды лосося. Американские ихтиологи некоторые породы сельдей перебросили из Атлантического океана в Тихий. А советские ученые переселили в Белое и Баренцево моря дальневосточную горбушу.

Но это только первые робкие шаги морского рыбоводства.

КАК ВЫДОИТЬ ИЗ МОРЯ 5 МИЛЛИАРДОВ СТАКАНОВ МОЛОКА?

Устриц и мидий уже давно разводят на морских фермах. Эти моллюски очень питательны (одна устрица равноценна стакану молока!), распространены почти по всему свету и дают обильные урожаи.

В заливе Торонто в Италии собирают, например, по 1215 килограммов мидий со 100 квадратных метров морского дна. Лишь 46 процентов составляют отходы — раковины. Больше половины улова — нежнейшее мясо,

богатое белком, витаминами, углеводами. А ведь мясо (даже моллюсков) более ценный в пищевом отношении продукт, чем любой овощ. Поэтому разводить устриц и мидий выгоднее, чем выращивать, например, картошку.

Это выгоднее даже, чем заниматься скотоводством. Подсчитали, что с одного акра мидиевой банки можно собирать ежегодно по 4,5 тонны мяса, содержащего 3 миллиона калорий. А один акр пастбища дает в среднем 15 килограммов мяса, или всего 120 тысяч пищевых калорий, и лишь в лучшем случае — 100 килограммов мяса (около миллиона калорий).

Ежегодно во всем мире добывают сейчас более 110 тысяч тонн мидий и 160 тысяч тонн устриц. Сколько это миллиардов стаканов молока? А сколько дополнительных калорий может получить человечество, если моллюсководством займутся во всех приморских странах!

Разведение водорослей тоже сулит большие выгоды. С 1 гектара морского дна можно снять 15 тонн зеленой массы водорослей, тогда как на такой же площади луга вырастает лишь около 4 тонн травы. За год на дне морском можно собрать больше десяти урожаев. Это значит, что 1 гектар подводного луга целый год будет кормить почти пятьдесят коров. И это при минимальных человеческих усилиях. Подводные луга ведь не надо ни пахать, ни бороновать, ни осушать, ни увлажнять. Только засеять и убрать.

И у водорослей забота одна — питаться и расти. Они не тратят энергию, как их земные собратья, чтобы устоять против ветра или засухи. Им не нужны прочные корни и толстая кора, древесина и листья. Почти вся энергия, которую они получают от солнца, аккумулируется в их тканях, обращаясь в питательные вещества.

Японцы уже выращивают на подводных огородах багряные водоросли, которые с разными приправами подают на стол. С 1957 года и наши дальневосточные прибрежные воды регулярно засевают спорами анальфеции.

МЕЧТЫ О ПИЩЕВОМ ПЛАНКТОНЕ

Некоторые ученые предлагают ловить планктон.

На этом морском «супе» откармливаются киты и китовые акулы, которые не уступают китам в размерах, бесчисленные косяки сельдей, сардин, анчоусов, тунцов.

Съев приблизительно 10 килограммов планктона, и кит и сельдь прибавляют в весе 1 килограмм. А не может ли человек, минуя посредничество этих животных, получать калории (и с бо́льшим полезным коэффициентом) прямо из планктона?

Мысль эта не нова и не однажды обсуждалась в научной литературе.

Вообще-то говоря, некоторые народы давно уже едят планктон и находят, что это вкусно. Тур Хейердал и его товарищи, путешествуя на «Кон-Тики», разнообразили свое меню рачками, наловленными мелкой сеткой, а Ален Бомбар, когда плыл через Атлантический океан на надувной лодке, каждый день готовил на обед пюре из планктона. Он говорит, что вкусом оно напоминало омара, а порой креветок или салат.

В разное время года и в различных районах моря в планктоне преобладают не одни и те же животные и водоросли. Химические анализы показали, что планктон в любом составе — продукт, очень богатый белком, жирами, а особенно витаминами. В грамме сухого планктона, состоящего в основном из рачков евфаузиид (витамин накапливается в их глазах), содержится 12 тысяч интернациональных единиц витамина А: в 170 раз больше, чем в тканях человека и зверей.

Основная трудность проблемы — добыча планктона. Ведь он редко встречается в больших концентрациях. Однако считают, что, когда в 1 кубометре воды плавает 0,1 грамма (сухой вес) планктона, его можно ловить в промышленных целях. Орудия лова пока лишь всевозможные мелкоячеистые сети из мельничного газа (через который просеивают муку).

Подсчитали, что когда в Северном море «цветут» одноклеточные диатомовые водоросли, их можно просто накачивать помпой в большие баки, центрифугировать здесь и пускать под прессы, затем фильтровать и упаковывать в банки выжатое из водорослей масло.

Но все это пока мечты. Испробованные методы оказались очень нерентабельными. Различного рода планктонные сетки улавливают в среднем 27,5 килограмма (сухой вес) планктона за 24 часа промысла. Стоимость такого продукта едва окупает расходы по его добыче.

В 1948 году каждые 100 часов рыбаки ловили в Северном море по 58,6 тонны сельди. Чтобы поймать соот-

ветствующую (по пищевой ценности) массу планктона, им пришлось бы процедить через сети 57,5 миллиона тонн воды! Можно это сделать за 100 часов?

Однако наука не отказалась от попыток изобрести рентабельный метод добычи планктона. Исследования продолжаются.

ЧЕМ ВЫМОЩЕНО ДНО МОРСКОЕ?

Железной и марганцевой рудой высшего качества. Она рассыпана по поверхности океанского дна. Пожалуйста, сгребай, собирай и вытаскивай на сушу. Соблазнительно, но пока трудно. Ведь железо-марганцевые конкреции (так ученые назвали эти руды), устилающие почти сплошь дно Тихого, Индийского и Атлантического океанов, погребены на глубинах в 4—7 километров.

Как бы там ни было, но люди не собираются отказаться от этих богатств (американцы уже начали пробную их добычу). А богатства колоссальные. Все конкреции всех океанов весят, по-видимому, 57 миллионов тонн.

В них примерно 20 процентов марганца, 15 железа, по 0,5 никеля, кобальта, меди и немало других редких на земле элементов. Таллия, например, в них в 50—100 раз больше, чем в осадочных породах суши. Ценнейшего металла — кобальта в конкрециях 2 миллиарда тонн, а мировые запасы его на суше не превышают миллиона тонн.

Конкреции, темно-коричневые картофелины и лепешки размером от горошины до порядочного булыжника, задали ученым немало загадок. Как они возникают? Откуда берутся вещества, из которых они построены? С какой скоростью образуются? Каков их возраст?

Во всех конкрециях марганца в 50 раз больше, чем растворено в океанах. В 2 раза больше в них кобальта. Но меди в 2 раза меньше. Никеля в 20 раз, а молибдена в 200 раз меньше, чем в окружающей воде. Почему? Откуда такая избирательность? Может быть, это работа бактерий? Я уже говорил, что многие морские организмы умеют выуживать из воды и накапливать в себе различные вещества.

Некоторые ученые так и думают: подводные рудники

основаны какими-то бактериями, способными извлекать из воды железо, марганец, никель и другие элементы, встречающиеся в конкрециях.

Но на II океанографическом конгрессе исследователи обсуждали другую гипотезу: возможно, залежи марганцевых «булыжников» на дне океанов рождены континентальным выветриванием.

Бесспорно, однако, что многие железные и марганцевые руды созданы бактериями. Курские и криворожские среди них. И североамериканские (около Великих озер — 10 тысяч квадратных миль!), из которых, говорит Джон Апдайк, были сделаны американские танки, пушки и корабли громившие немцев во второй мировой войне.

Вся эта техника от начала до конца сотворена жизнью: не только руками человеческими из руд, но и сами руды — это спрессованные микродомики лептотриксов, галлионелл и других бактерий, способных «выделять из железных солей крупицы чистого железа».

Все, что легко горит на Земле, тоже ведь бескислородные погребения отжившей жизни: уголь, торф, метан и, наверное, нефть.

Океан называют жидким рудником, и многие богатства этого рудника биологического происхождения. Поэтому и разрабатывать их будут, по-видимому, не геологи, а биологи. Микросоздатели полезных ископаемых, специально отобранные и «натренированные» людьми, станут скоро превращать мертвым грузом устлавшие землю биошлаки в вещи, полезные для нас *.

Первые шаги уже сделаны. Бактерии обогащают медные руды (по-видимому, также урановые, а тяжелую воду отделяют от легкой) и приготавливают вполне съедобный «бифштекс» из... нефти: из тонны ее почти полтонны витаминизированных (группой В) белков!

А в осьминогах «алхимики» наших дней нашли (наконец-то!) знаменитый философский камень, способный простую морскую воду «превращать» в золото.

---

* Многие морские организмы, выуживая из воды, энергично поглощают разные металлы: моллюски — медь, асцидии — ванадий, радиолярии — стронций, медузы — цинк, олово, свинец, а бурые водоросли — алюминий.

ОСЬМИНОЖИЙ ФИЛОСОФСКИЙ КАМЕНЬ

Таблица Менделеева имеет в море, по-видимому, всех своих представителей. Правда, некоторые металлы, например кадмий, титан, хром, таллий и германий, найдены пока лишь в морских организмах. Наверняка они есть и в морской воде, из которой извлекли их эти животные, но, видно, в такой ничтожной дозе, что современными методами химического анализа обнаружить их не удается.

В морской воде есть и радий, уран, аргон, гелий, неон. И даже золото — 10 миллиардов тонн.

Золото! У некоторых химиков, как только они узнали об этом, сразу глаза разгорелись. Они захотели завладеть морским золотом: шутка ли сказать — десять миллиардов тонн! Куда больше, чем хранится драгоценных металлов во всех странах мира.

Из золота, растворенного в воде океанов, можно было бы отлить куб высотой в 800 метров! Вот если бы удалось выудить его из воды!..

Немецкие химики в годы инфляции после первой мировой войны потратили больше всех и средств и сил, пытаясь добыть золото из морской воды. Их торопило правительство, которое хотело побыстрее расплатиться с военными долгами.

Лауреат Нобелевской премии Фриц Хабер, который долго «выуживал» из моря золото, заявил даже, что Германия скоро заплатит свои репарационные долги «морским» золотом.

Применяли разные методы, но главным образом электролиз: золото отлагалось на платиновом электроде. Но, увы, каждый грамм добытого таким способом золота обходился правительству в 2 грамма золота наличного. Ввиду явной нерентабельности опыты были прекращены. Немецких химиков ввели в заблуждение первые определения содержания золота в море: считалось, что его около 5 миллиграммов в каждой тонне воды. Но когда произвели более тщательный анализ, оказалось, что золота в океане почти в тысячу раз меньше — всего лишь 0,008 миллиграмма на тонну. Это значит, что стоимость золотых запасов каждой тонны морской воды равна приблизительно 0,06 копейки.



В морской воде есть и серебро и даже в 500 раз больше, чем золота, но извлечь его еще труднее.

В океанах растворено в 46 тысяч раз больше серебра, чем добыли его люди на суше со времени открытия Колумбом Америки.

Эти сказочные богатства, как видно, все еще волнуют немецких химиков. Профессору Эрнсту Бауэру из Тюбингенского университета удалось, кажется, вопло-

тить в реальность мечту Фрица Хабера: он изобрел рентабельный метод «выуживания» из моря драгоценных металлов.

Одиннадцать лет Бауэр добросовестно изучал удивительное умение морских созданий аккумулировать в себе редкие элементы (в некоторых из них, например, драгоценных металлов в миллионы раз больше, чем в воде!).

Изобретая вещества-аккумуляторы, профессор нашел лучшую модель в лице осьминога: он извлек из его крови (в ней, как известно, меди в тысячу раз больше, чем в воде) удивительную краску, которую назвал красным цианитом.

Молекулы красного цианита, как микрогубки, «вобрали» в себя из пробирки все ионы меди.

Потом Бауэр синтезировал подобное же, но более устойчивое вещество — оно еще лучше «впитывало» и медь и... уран. С трубкой, наполненной химическим аккумулятором, он поспешил из лаборатории на берег Неаполитанского залива. Здесь процедил через нее 100 литров воды — и вся медь и весь уран, которые были в этих 100 литрах, остались в трубке.

Затем соляной кислотой «вымыл» добытые металлы из трубки, и трубка снова стала жадно выуживать их из воды.

Теперь профессор Бауэр был готов с полным знанием дела стать золотоискателем. Он двенадцать часов размешивал в баке с морской водой другое синтезированное им аккумулирующее вещество, и оно «впитало» из 100 литров воды... 1,4-миллионную грамма золота.

По проекту Бауэра будут, возможно, построены плотины и отводные каналы. По ним потекут не литры, а целые реки морской воды, оставляя на стенках, выложенных губчатыми плитами, драгоценные металлы.

МОРЕ «НАПОИТ» НАС ЭНЕРГИЕЙ

В 1559 году Григорий Никитин, житель некоего села Золотицы, получил жалованную грамоту. В ней разрешалось строить мельницы в Белом море. Что стало с этими мельницами, работали они и были ли вообще построены, об этом никто не знает. Но хорошо известно,

что в 1713 году на приливах работала мельница в Дюнкерке, во Франции. А в Англии через 50 лет объявили даже конкурс на лучший проект приливной мельницы. Опыт мельников был, видно, удачен: англичане и французы всерьез занялись изучением энергии приливов.

В 1959 году на побережье Ла-Манша во Франции дала ток первая электростанция, турбины которой крутили приливы и отливы. Год спустя в долине реки Раис начали строить такую же электростанцию. Инженеры из других стран тоже работают сейчас над проектами приливных электростанций.

Потенциальная мощность океанских приливов равна приблизительно одному миллиарду киловатт. Если сумеем загнать в турбины хотя бы треть ее, мы получим почти половину энергии, которую могут дать все реки планеты.

Есть и в другой форме энергия в океане. И ее очень много, хоть она и скрыта до поры до времени. Не шумит ни приливами, ни отливами. Скрыта, «упакованная» в атомных связях тяжелой воды.

В этой воде, как известно, атом кислорода соединен с двумя атомами дейтерия — тяжелого изотопа водорода. Так вот из одного лишь килограмма тяжелой воды можно добыть столько атомной энергии, сколько не дадут и 400 тонн каменного угля, сожженного в печах. А в океанах 274 триллиона тонн тяжелой воды.

Энергия! Энергия! Энергия! Весь грозный смысл этих слов, все их великое значение реально оценить смогут только люди будущих поколений. Все, чем мы сейчас бедны и чем богаты, инженеры и химики научатся скоро творить и создавать из бесконечных превращений масс и энергий.

Энергию! Энергию! Энергию! — в масштабах, нам пока недоступных даже для понимания, будут требовать и требовать сверхгигантские заводы, сверхмеханизированные сады и поля.

Энергия! Энергия! Энергия!

Из всех сил и веществ, действующих и бездействующих на планете, лишь энергия среди всеобщего изобилия долго еще не расстанется с тревожной маркой «дефицит!».

Только один голод и одну жажду будут знать, повидимому, люди XXI века — энергетическую!

И тут их выручит всемогущая вода — океан. Он и

напоит жаждущих, и накормит голодных, он и согреет мерзнущих, растопит ледники, если им вновь взбредет охота ползти с севера, даст новый, исправленный климат для негостеприимных пустынь и тундр и, уж конечно, всей грудью своей вдохнет силы в машины на полях и заводах.

Из океана добудут люди энергию для всех славных дел своих.

Будущее нашего бессмертия, то есть детей и внуков, вполне обеспечено.

Заря жизни на планете Земля слабой искоркой зарделась в воде: здесь начали свою эволюцию, которой уже 3 миллиарда лет, новорожденные наши гены.

А теперь мы, разумные существа, несущие их в себе, найдем в воде, как Антей у матери Земли, свежие силы для новых дел и эволюций.

Оглавление

ГЛАВА VIII. ДОБЫВАЮТ ХЛЕБ СВОЙ НАСУЩНЫЙ

ГЛАВА IX. АГРЕССИЯ И ОБОРОНА: АЛЛЕРГИЯ — ДРУГ ИЛИ ВРАГ?

ГЛАВА X. ВЕЧНАЯ СЛАВА ВОДЕ!

Акимушкин Игорь Иванович

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ (издание второе). М., «Молодая гвардия», 1972.
304 стр., с илл. («Эврика») 57

Редактор *Л. Антонюк*
Худож. редактор *Б. Федотов*
Техн. редактор *Н. Михайловская*
Корректор *А. Долидзе*

Сдано в набор 9/XII 1971 г. Подписано к печати 21/VI 1972 г. А01215. Формат 84×108$^1/_{32}$. Бумага № 2. Печ. л. 9,5 (усл. 15,96) + 16 акл. Уч.-изд. л. 17,4. Тираж 100 000 экз. Цена 82 коп. Т. П. 1972 г., № 107. Заказ 2447.

Типография издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Москва, А-30, Сущевская, 21.

82 коп.



ИГОРЬ ИВАНОВИЧ АКИМУШКИН

В 1961 году в нашем издательстве вышла первая книга Игоря Акимушкина — «Тропою легенд», которая приобрела большую популярность у читателей.

Другие его книги тоже не залежались в магазинах. «Следы невиданных зверей», «Приматы моря», «И у крокодила есть друзья», «Куда и как?», «Трагедии диких животных», «Мир животных. Рассказы об утконосе, ехидне...» — многим читателям известны эти названия. Об удивительном мире природы, о чудесах, которые ждут нас за порогом нашего дома, о самых последних открытиях в биологии рассказывается в этих книгах. Рассказывается просто и интересно.

Окончив биологический факультет Московского университета, Игорь Акимушкин некоторое время работал в Институте океанологии Академии наук СССР. Он участвовал во многих экспедициях, защитил диссертацию и опубликовал монографию о головоногих моллюсках морей СССР.

Перу Игоря Акимушкина принадлежат также и занимательные книги для детей: «Кто без крыльев летает», «Животные морские и речные», «Крокодилья зубочистка».

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ



МОСКВА, 1972